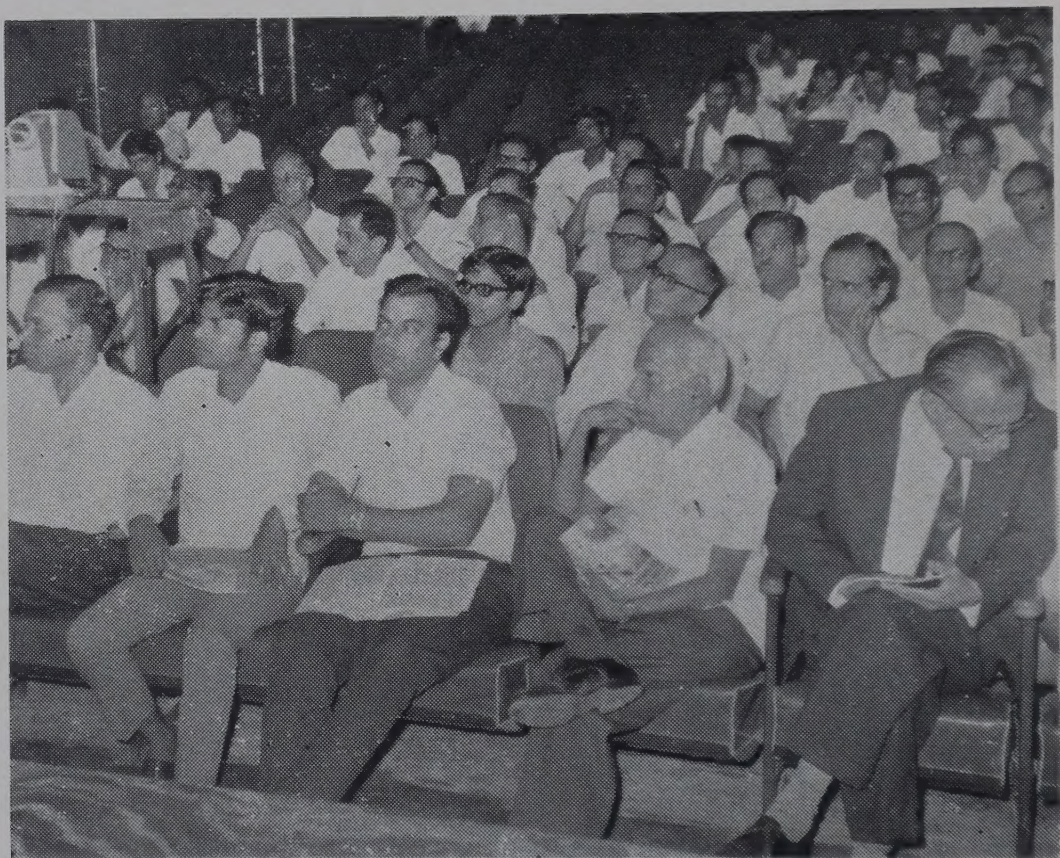
ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿ

ಸಂಪುಟ : 3   ಸಂಚಿಕೆ : 1, 2   ಚೈತ್ರ-ಕಾರ್ತಿಕ (ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಚಿಕೆ)   1974

ಪರಮಾಣುವಿಜ್ಞಾನ ವಿಶೇಷಾಂಕ

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ



ನೆರೆದ ಪ್ರೇಕ್ಷಕವೃಂದ ಹಾಗೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು

ಈ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ....

ಯುರೇನಿಯಮಾತೀತ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳು

(ಕೃತಕ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು)

● ಎಸ್. ವಸಂತಕುಮಾರ್

ನಮ್ಮ ಭೌತಿಕ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಮೂಲಧಾತುಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ಬಹಳ ಪುರಾತನವಾದುದು. ವೇದಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ಪಂಚಭೂತಗಳಾದ ಪೃಥ್ವಿ, ಆಪ್, ವಾಯು, ತೇಜಸ್ಸು ಮತ್ತು ಆಕಾಶಗಳಿಂದ ಜನಿತವಾಗಿರುವವೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ವರ್ತಮಾನದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸುಮಾರು ೧೦೩ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಭೌತಿಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಈ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ, ಧನವಿದ್ಯುತ್ಕಣ (Proton) ಋಣವಿದ್ಯುತ್ಕಣ (Electron), ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮುಂತಾದ ಕಣಗಳಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಈ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವದ ನಿರ್ಮಾಣದ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು.

ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ನಾವು ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯದ, ಮಾನವನಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಕೃತಕ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಷಯವನ್ನು ಚರ್ಚಿಸೋಣ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಇವುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೫ ಲಕ್ಷ ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಇದ್ದಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಅಸ್ಥಿರತೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಯಾವಾಗಲೋ ನಶಿಸಿ ಹೋಗಿರಬಹುದು.

ಪ್ರಕೃತಿಯ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳು ಕೆಲವು ಅವಿಭಜಿತ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದೆಂಬ ಭಾವನೆಯು ಸುಮಾರು ೧೯ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಈ ಭಾವನೆಯು ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಕೆಲವು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಗುಣಸಾಮ್ಯದಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ೧೮೬೪ರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂ ಲ್ಯಾಂಡ್ಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಎಲ್ಲ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳು ಸಂಗೀತದ ಸಪ್ತಸ್ವರಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ ಎಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ೧೮೬೯ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಲೋಥರ್ ಮೇಯರ್ ಮತ್ತು ರಷ್ಯದ ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಿಮಿಟ್ರಿ ಮೆಂಡಲೀವ್‌ರವರು ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ "ನಿಯತಕಾಲಿಕ ಪಟ್ಟಿ"ಯನ್ನು (Periodic Tables) ತಯಾರಿಸಿದರು. ಅವರು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಎಲ್ಲ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಜೋಡಿಸಿ, ಗುಣಸಾಮ್ಯವಿರುವ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಕೆಳಗೊಂದು ಬರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿದರು. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವಾಗ ಮೆಂಡಲೀವ್‌ರವರು ಕೆಲವು ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಖಾಲಿ ಬಿಡಬೇಕಾಗಿ ಬಂತು. ಇವರ ತತ್ತ್ವದ ಮುಖ್ಯವಾದ ಗುಣವೆಂದರೆ ಅವರು ಅಂದಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯದ ಧಾತುಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದರು ಮತ್ತು ಆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯದ ಧಾತುಗಳ ಕೆಲವು ಗುಣಗಳನ್ನೂ ಕೂಡ ಊಹಿಸಲು ಧೈರ್ಯ ಮಾಡಿದ್ದರು. ಈಗ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ಕ್ರಮಾಂಕದ (Atomic Number) ಪ್ರಕಾರ ಜೋಡಿಸುವುದೇ ಸರಿಯಾದ ವಿಧಾನ. ಈ ಪರಮಾಣು ಕ್ರಮಾಂಕವು ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

೧೯೨೯ರಲ್ಲಿ ಇ. ಓ. ಲಾರೆನ್ಸ್‌ರವರು ಕೃತಕ ಧಾತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿರುವ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್ (Cyclotron) ಎಂಬ ಉಪಕರಣವನ್ನು

ತಯಾರಿಸಿದರು. ಈ ಉಪಕರಣದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಹಗುರವಾದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಭಾರವಾದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ಬೀಜ ಗಳೊಡನೆ ಆಘಾತಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ಕೃತಕ ಧಾತುಗಳ ಚರಿತ್ರೆಯು ಸರಿಯಾಗಿ ೧೯೨೫ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತೆನ್ನಬಹುದು. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ನಿಸರ್ಗ ದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ೮೮ ಧಾತುಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿ ದ್ದವು. ೧೯೨೫ರ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ನಿಯತಕಾಲಿಕ ಪಟ್ಟಿ ಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ೪ ಧಾತುಗಳ ಜಾಗ ಖಾಲಿ ಯಾಗಿತ್ತು. ಈ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣು ಕ್ರಮಾಂಕಗಳು ೪೩, ೬೧, ೮೫ ಮತ್ತು ೮೭. ಅವುಗಳು ಈಗ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಟೆಕ್ನೀಶಿಯಂ, ಪ್ರೊಮೀಥಿಯಂ, ಆಸ್ಟೈನ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್‌ಶಿಯಂ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಟೆಕ್ನೀಶಿಯಂ ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾದ, ಕೃತಕವಾಗಿ ಮಾನವ ನಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಧಾತು. ಎಮಿಲಿಯೋ ಸೆಗ್ರೆಯವರು ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್ ಸಹಾಯದಿಂದ, ಗುರುಜಲಜನಕ (Deuterium) ಮತ್ತು ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಸಮ್ಮಿಳನ ಗೊಳಿಸಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದರು.

ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ೪೨ ಧನವಿದ್ಯುತ್ಕಣ ಗಳಿವೆ ಮತ್ತು ಗುರುಜಲಜನಕವು ೧ ಧನವಿದ್ಯುತ್ಕಣ ಮತ್ತು ೧ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇವೆರಡರ ಸಮ್ಮಿಳನ ದಿಂದ ಗುರುಜಲಜನಕದ ೧ ಧನವಿದ್ಯುತ್ಕಣವು ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಪರಮಾಣು ಬೀಜಕ್ಕೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡು ೪೩ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಧಾತುವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಟೆಕ್ನೀಶಿಯಂ ಧಾತುವು ಮಾನವ ನಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಇದೇ ವಿಧದಲ್ಲಿ ಬಿಸ್ಮತ್ ಪರ ಮಾಣುವನ್ನು ಆಲ್ಫಾ (Alpha) ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ಸಮ್ಮಿಳನ ಗೊಳಿಸಿ ೮೫ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಆಸ್ಟೈನ್ ಧಾತುವನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಯಿತು. ೬೧ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಪ್ರೊಮೀಥಿ ಯಂನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲೀಯ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ (Nuclear Reactor) ಮೂಲಕ ಗುರುತಿಸಲಾಯಿತು. ಕಾಣೆಯಾದ ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯದಾದ ೮೭ ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಫ್ರಾನ್‌ಶಿಯಂ ಧಾತುವನ್ನು ಕುಮಾರಿ ಪೆರೆಯವರು ಪ್ಯಾರಿಸ್ಸಿ ನಲ್ಲಿ ಆಕ್ಟೀನಿಯಂ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ವಿಕಿರಣ ಕ್ಷಯದ ಪರಿ ಶೀಲನೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಹೀಗೆ ನಿಯತಕಾಲಿಕ ಪಟ್ಟಿ ಯಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕದಿಂದ ಯುರೇನಿಯಂ ವರೆಗಿನ ಧಾತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಸಮಾಪ್ತವಾಯಿತು.

ಯುರೇನಿಯಂದಿಂದಾಚೆಗೆ :

೧೯೪೫ರಲ್ಲಿ ಅಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿನಾಶಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಯಿತು. ಆ ಮಹಾ ಸ್ಫೋಟವು ೧ ಮೈಲಿ ಅಗಲವಾದ ಸುರಂಗವನ್ನು ಕೊರೆ ಯಿತು ಮತ್ತು ಅದರ ವಿಕಿರಣ ಮೋಡವು ಹತ್ತಾರು ಮೈಲಿ ಗಳ ವರೆಗೆ ಪಸರಿಸಿತು. ಹಾಗೂ ಅದರ ವ್ಯಾಸ ನೂರಾರು ಮೈಲಿಗಳನ್ನಾವರಿಸಿತು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕುತೂಹಲತೆಯಿಂದ ಜನಿತವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ನಂತರದ ಧಾತುಗಳ ಸಂಶೋಧ ನೆಯು ಕೇವಲ ಒಂದು ದಶಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನೇ ಅಲ್ಲೋಲ ಕಲ್ಲೋಲಗೊಳಿಸುವ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ವಿಚಾರಶೀಲ ಮಾನವನ ಅಂತಃಕರಣವನ್ನು ಕಲಕುವ ಘಟನೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ ವಾಯಿತು. ಅಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನ ಹಿತಕ್ಕಾಗಿ ಮತ್ತು ನಾಶಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೇ ಈ ಘಟನೆಗಳು.

ಯುರೇನಿಯಂದಿಂದಾಚೆಗೆ ೯೩ ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಪರಮಾಣುಗಳು. ಪ್ರಾಯಶಃ ಒಂದೆರಡನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಇವು ಯಾವುವೂ ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವದಿಲ್ಲ. ಇವನ್ನು ಕೇವಲ ಕೃತಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಯುರೇನಿಯಂ ನಂತರದ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಫರ್ಮಿ, ಸೆಗ್ರೆ ಮುಂತಾದವರು ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಇಟಲಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದರು. ಅವರು ಯುರೇನಿಯಂನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಕಾಶಕ್ಕೆ ಗುರಿ ಪಡಿಸಿದಾಗ ಅನೇಕ ವಿಕಿರಣ ವಸ್ತುಗಳು ಅವರ ಲಕ್ಷ್ಯಕ್ಕೆ ಬಂದುವು. ಇವುಗಳನ್ನೇ ಅವರು "ಯುರೇನಿಯಮಾತೀತ" (Transuranic) ಧಾತುಗಳೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರು. ಕಾಲಾ ನುಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಈ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲ ಯುರೇನಿಯಂ ವಿದಳನ ದಿಂದುಂಟಾದ ವಿದಳನ ಫಲಗಳೆಂದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. **ಹೀಗೆ ಯುರೇನಿಯಂನ ವಿದಳನವು ಯುರೇನಿಯಮಾತೀತ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಉಪಫಲವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸ ಬಹುದು!**

೯೩ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿನ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ೧೯೪೦ರಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾಕ್‌ಮಿಲನ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಯಿತು. ಅವರು ತೆಳುವಾದ ಸಿಗರೇಟಿನ ಕಾಗದದ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಮಾಡಿ ಮೇಲಿನ ಕಾಗದವನ್ನು ಯುರೇನಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡ (Uranium Oxide) ನಿಂದ

ಸವರಿ, ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಪ್ರಕಾಶಕ್ಕೆ ಗುರಿ ಮಾಡಿದರು. ವಿದಳನ ಫಲಗಳು ಪುಸ್ತಕದ ಒಳಗೆ ಭೇದಿಸಿ ಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ಒಳಗಿನ ಕಾಗದಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾದುವು. ಆದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡ ಸವರಿದ ಮೇಲಿನ ಕಾಗದ ದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆ ಕಂಡುಬಂದಿತು ಮತ್ತು ಅದರ ಅರ್ಧಾಯುವು ಯುರೇನಿಯಂ ಮತ್ತು ವಿದಳನ ಫಲಗಳಿ ಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿತ್ತು. ಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆ ಒಂದು ಹೊಸ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿನದೆಂದು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲ್ಪ ಟ್ಟಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ೯೩ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ನೆಪ್ಟ್ಯೂನಿಯಂ (Neptunium) ಎಂದು ನಾಮಕರಣವಾಯಿತು. ಈ ಸಮ ಯಕ್ಕೆ ಎರಡನೇ ಮಹಾ ಯುದ್ಧವು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿತ್ತಾದ ಕಾರಣದಿಂದ ಮುಂದಿನ ಯುರೇನಿಯಮಾತೀತ ಧಾತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಅತಿ ಗುಪ್ತ ರೀತಿಯಿಂದ ಸಾಗಿತು.

ನೆಪ್ಟ್ಯೂನಿಯಂ ನಂತರದ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ (Plutonium) ಧಾತುವನ್ನು ಸೀಬರ್ಗ್ ಮತ್ತಿತರರು ೧೯೪೧ರಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂನ್ನು ಗುರುಜಲಜನಕದ ಆಘಾತದ ಫಲವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಅವರು ಈ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಕೂಡ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ವಿದಳನ ಹೊಂದಬಹುದೆಂಬ ವಿಷಯ ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಹೀಗಾಗಿ ಇದರ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾ ಣದ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬಹಳ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ಈ ಪ್ರಯ ತ್ನಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಈ ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಈಗ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಣುಶಕ್ತಿ ಇಂಧನಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ನಮ್ಮ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಟ್ರಾಂಬೆಯ ಲ್ಲೊಂದು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ತಯಾರಿಸುವ ಕಾರ್ಯಾಗಾರ ವಿದೆ, ಮತ್ತು ತಾರಾಪುರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ದೊಡ್ಡದಾದ ಕಾರ್ಯಾಗಾರವು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ನಂತರದ ಧಾತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹ(Rare Earths) ಗಳಂತೆಯೆ ಆಕ್ಟಿನೈಡ (Actinides)ಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮತ್ತೊಂದು ಮೂಲ ಹಸ್ತುಗಳ ಸಾಲು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂತು. ಈ ತತ್ತ್ವದ ಸಹಾಯದಿಂದ ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ೯೫ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಅಮೆರೀಕಿಯಂ (Americium) ಧಾತುವು ಪ್ಲುಟೋನಿ ಯಂನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಆಘಾತಕ್ಕೆ ಗುರಿಪಡಿಸಿದಾಗ ಹುಟ್ಟಿತು. ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂನ್ನು ಹೀಲಿಯಾಣು (Helium) ಗಳಿಂದ ಸಮ್ಮಿಳನಗೊಳಿಸಿದ್ದರಿಂದ ದೊರೆತ ವಸ್ತು ಕ್ಯೂರಿಯಂ (Curium). ೧೯೪೯ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕಿಯಂನ್ನು ಹೀಲಿಯಾಣು ಗಳಿಂದ ಆಘಾತಗೊಳಿಸಿ ಬರ್ಕ್ಲೀಯಂ (Berkelium)ನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಇದೇ ಪ್ರಕಾರ ಕ್ಯಾಲಿಫೋ ರ್ನಿಯಂ (Californium) ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದದ್ದು ೧೯೫೦ರಲ್ಲಿ ಕ್ಯೂರಿಯಂನ್ನು ಹೀಲಿಯಾಣುಗಳಿಂದ ಆಘಾತಗೊಳಿಸಿದಾಗ. ಮುಂದಿನ ೯೯ನೇ ಮತ್ತು ೧೦೦ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ ದಕ್ಷಿಣ ಶಾಂತಸಾಗರ ದ್ವೀಪಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಯಿತು. ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಅಣುಗುಂಡುಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆ ಯಲ್ಲಿ ಜನಿತವಾದ ಮೋಡದಲ್ಲಿದ್ದ ಧೂಳು ಕಣಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆ ಯಿಂದ ಎರಡು ಹೊಸ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಾದ ಐನ್‌ಸ್ಟೀನಿಯಂ (Einsteinium) ಮತ್ತು ಫರ್ಮಿಯಂ (Fermium) ಗಳ ಇರುವಿಕೆಯು ನಿರ್ಧಾರವಾಯಿತು. ತದನಂತರದ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಾದ ಮೆಂಡಲಿವಿಯಂ(Mendelevium)ನ್ನು ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೀನಿಯಂನ್ನು ಹೀಲಿಯಾಣುಗಳ ಆಘಾ ತಕ್ಕೆ ಗುರಿ ಮಾಡಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಈ ಸಂಶೋ ಧನೆಯ ಹಿರಿಮೆ ಏನೆಂದರೆ ಕೇವಲ ಒಂದೆರಡು ಪರಮಾಣು ಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾತ್ರದಿಂದ ಅದರ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಗುರು ತಿಸಲಾಯಿತು! ೧೯೫೮ರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಶಕ್ತಿಯುತ ಅಣು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕಗಳಾದ ಹೈಲಾಕ್ (Hilac) ಮತ್ತು ೮೮ ಅಂಗುಲದ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು. ಇವು ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ೧೦೨ ಮತ್ತು ೧೦೩ನೇ ಕ್ರಮಾಂಕದ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಯಿತು. ೧೦೨ನೇ ಧಾತು ವನ್ನು ಕ್ಯೂರಿಯಂನ್ನು ಇಂಗಾಲಾಣುಗಳಿಂದ ಆಘಾತ ಗೊಳಿಸಿ ಪಡೆಯಲಾಯಿತು. ೧೦೩ನೇ ಧಾತುವಾದ ಲಾರೆನ್ಸಿಯಂನ್ನು (Laurencium)ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಂನ್ನು ಬೋರಾನ್ (Boron) ನಿಂದ ತಾಡಿಸಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದರು. ಲಾರೆನ್ಸಿಯಂ, ಆಕ್ಟಿನೈಡ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯದಾದ ಧಾತು.

ಸಾರಾಂಶವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಯುರೇನಿಯಮಾತೀತ ಧಾತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಮಾನವನಿಗೆ ಬಹಳ ಉಪಕಾರಿ ಯಾಗಿದೆ. ನಮಗೆ ನವೀನ ಶಕ್ತಿಮೂಲವಾದ ಅಣುಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಚಯವಾಯಿತು. ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-೨೩೮, ಕ್ಯೂರಿಯಂ-೨೪೨, ಕ್ಯೂರಿಯಂ-೨೪೪ ಮುಂತಾದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಅತಿ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಉಷ್ಣದ ಆಗರಗಳಾಗಿ ಗಗನ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿರುವುದು. ಈ ನವೀನ ವಸ್ತುಗಳು ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಪಾರವಾಗಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿ, ನಿಯತಕಾಲಿಕ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಮತ್ತು ಅಣು, ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹ ಕಾರಣವಾಯಿತು.

* * *

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕೃಷಿವಿಜ್ಞಾನ

● ಎಚ್. ಕೆ. ಶಾಮರಾವ್

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನ ಕೇಂದ್ರವು ಮುಂಬಯಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಕೈಗಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ವ್ಯವಸಾಯ ಕ್ಷೇತ್ರವಲ್ಲದೆ ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲೂ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಬಳಕೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ.

ವ್ಯವಸಾಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ, ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ರಂಜಕ–೩೨ (ಫಾಸ್ಪರಸ್) ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಬಳಕೆಗಳಿಂದ ಸಸ್ಯಗಳು ತಮ್ಮ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಣ್ಣಿನಿಂದ ಹೇಗೆ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಗುರ್ತಿಸಿದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು (Labelled Isotopes) ಕೃತಕ ಗೊಬ್ಬರಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಬೆರೆಸಿ ಜಮೀನಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿಟ್ಟು ನೀರಾವರಿ ವ್ಯವಸಾಯ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಬೆಳೆಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ಪಡಿಸಲು ಸರಿಯಾದ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಅನೇಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ನವ್ಯ ಮಾದರಿಯ ಬೆಳೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲೂ ಸಹ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಈಗ ಅಧಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬಿತ್ತಿಗೆಯ ಬೀಜಗಳಿಗೆ x–ಅಥವಾ ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು x–ray ಅಥವಾ ಗ್ಯಾಮಾ ಸೆಲ್ ಎಂಬ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದಲೂ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಂದಲೂ ಒದಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಗ್ಯಾಮಾಬಯಲು ಎಂಬುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿ, ಜೀವಾದ್ಯಂತ ಅಲ್ಪ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕೋಬಾಲ್ಟ ೬೦ ಅಥವಾ ಸೀಸಿಯಮ್–೧೩೭ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿಂದ ಒದಗಿಸುವುದೂ ಉಂಟು. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸುವ ಗಿಡಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಣ್ಣು ಮತ್ತು ಹೂ ತೋಟದ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿರುತ್ತವೆ.

ನವ್ಯಮಾದರಿಯ ಬೆಳೆಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ರೀತಿ ಬಹಳ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿಯೂ ಡೀ ಆಕ್ಸಿರೈಬೋ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಸಿಡ್ (DNA) ಎಂಬುವ ವಸ್ತುವಿನ ತೆಳ್ಳನೆಯ ದಾರದ ಮಾದರಿಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಂಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಂಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅಡಿನೀನ್ ಮತ್ತು ಥೈಮಿನ್ ಅಥವಾ ಗ್ವಾನೀನ್ ಮತ್ತು ಸೈಟೋಸೀನ್ ಎಂಬ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ಜೋಡಿಗಳ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಭಾಗಗಳು ಜೀವಿತದ ವಿವಿಧ ಗುಣಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಅಂಶಕ್ಕೆ ಜೀನ್ (Gene) ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಜೀವಕೋಶಗಳು ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದುವಾಗ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ DNA ಯಲ್ಲಿ ಮೇಲ್ಕಂಡ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ಜೋಡಿಯಲ್ಲಿ ಅದಲುಬದಲು ಆಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಆಗ ಸಸ್ಯದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ರೂಪಬದಲಾವಣೆಯಾಗಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಮ್ಯೂಟೇಶನ್ (Mutation) ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ಜೋಡಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯಲ್ಲದೆ, ಕ್ರೋಮೋಸೋಂಗಳ ಮುರಿಯುವಿಕೆ (Chromosome breaks) ಮತ್ತು ಅದರಿಂದಾಗಿ ಕೆಲವು ಜೀನ್‌ಗಳ ನಷ್ಟ (Gene loss) ಅಥವಾ ಜೀನ್‌ಗಳ ಸ್ಥಳಪಲ್ಲಟ (Position effect) ಅಥವಾ ಜೀನ್‌ಗಳ ದ್ವಿಗುಣ(Gene duplication) ಇತ್ಯಾದಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ನೂರಕ್ಕೂ ಅಧಿಕ ನವ್ಯಮಾದರಿಯ ಬೆಳೆಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿವೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿಯ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ನವದೆಹಲಿಯ ಭಾರತ ಕೃಷಿ

ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಭತ್ತ, ಹತ್ತಿ, ಹರಳು, ಸಣಬು ಸಾಸುವೆ, ನೆಲಗಡಲೆ ಕಾಯಿ ಇತ್ಯಾದಿ ಬೆಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಅಧಿಕ ಉತ್ಪನ್ನವುಳ್ಳ ಅಥವಾ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ತಯಾರಾಗುವ ನವ್ಯಮಾದರಿಯ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಭಾರತದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅಧಿಕ ಉತ್ಪನ್ನ ಕೊಟ್ಟಿರುವ TG-1 ಎಂಬ ನೆಲಗಡಲೆ ಕಾಯಿ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದ ಒಂದು ಸಾಧನೆಯಾಗಿದೆ. ಅಧಿಕ ಪ್ರೋಟೀನ್ (16.5%) ಮತ್ತು ಲೈಸೀನ್ (3·4 gm. Lycine/100 gm. Protein) ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಶರಭತಿ ಸೊನೋರಾ ಎಂಬ ಕಂದು ಬಣ್ಣದ ಗೋದಿ ಕಾಳುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕುಬ್ಜ ಜಾತಿಯ ಹೊಸ ಬೆಳೆಯು ಭಾರತ ಕೃಷಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿದೆ.

* * *

ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ

● ಶ. ಯ. ಚೌಧರಿ

ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಅಥವಾ ಐಸೊಟೋಪ್ ಎಂದರೇನು ? ಪರಮಾಣುವಿನ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸ್ಥಿರವಿದ್ದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿರಲು ಆ ಮೂಲ ಧಾತುವಿಗೆ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಅನೇಕವಿರಲು ಸಾಧ್ಯ. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಬೇರೆ ಇರಲು, ಮೂಲ ಧಾತು ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವು ೧ ಇರಲು ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಒಂದು ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ಇರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ೧ ಅಥವಾ ೨ ಆಗಲು ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಡ್ಯೂಟೆರಾನ್ ಮತ್ತು ಟ್ರಿಶಿಯುಮ್ ಆಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದು ಮೂಲ ಧಾತುವಿಗೆ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಉಂಟಾಗುವವು. ಉದಾ : ಅಯೋಡಿನ್‌ಗೆ ಸುಮಾರು ೨೦ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ಕಿಡಿಯನ್ನು (ಕಿರಣವನ್ನು) ಹೊರಚಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಅವೇ ಆಲ್ಫಾ (α) ಅಥವಾ ಬೀಟಾ (β) ಅಥವಾ (γ) ಕಿರಣಗಳು.

ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಔಷಧಿಯಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಯಾವ ಮದ್ದಿಗೂ ನಿಲುಕದ ಅಥವಾ ನಿವಾರಿಸಲಾಗದ ರೋಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವದಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಿವಾರಣೆಯ ಉಪಚಾರಗಳಿಗೂ ಸಹಾಯವಾಗಿದೆ. ಅಯೋಡಿನ್-೧೩೧ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಗಂಟಲದಲ್ಲಿಯ ಗ್ರಂಥಿ ಬೇನೆ(Thyroid disorders)ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವದಕ್ಕೂ ಅದರ ನಿವಾರಣೆಯ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೂ ಸಹಾಯಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಕಲೋಯಿಡಲ್ ಬಂಗಾರ-೧೯೮ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿಯ ಕರ್ಕರೋಗವನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಬಹುದು; ಕ್ರೋಮಿಯುಮ್-೫೧ರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಶ್ವೇತಗೋಲಕ ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ರಕ್ತವರ್ಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಪಾದರಸ-೨೦೩ ಜೋಡಿಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ನಿಯೋಹೈಡ್ರಿನ್‌ದಿಂದ ಮೂತ್ರಾಶಯದ ರೋಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಕೋಬಾಲ್ಟ್-೫೮ ಅಥವಾ ೫೭ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ವಿಟಾಮಿನ್ ಬಿ-೧೨ ಸಂಯುಕ್ತವು ವಿವಿಧ ಪಾಂಡುರೋಗಗಳ (Pernicious anaemia) ಔಷಧೋಪಚಾರಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಸೋಡಿಯಂ-೨೪ನ್ನು ಶರೀರದಲ್ಲಿಯ ಆಹಾರದ ಪರಿವರ್ತನಶೀಲತೆಯನ್ನು (Metabolism) ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪೊಟ್ಯಾಶಿಯಂ-೪೩ ರಿಂದ ಪುಪ್ಪುಸದ ಚಲನವಲನೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದಾಗಿದೆ.

ವಿಕಿರಣ ಸೂಸುವ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ತೀರ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದು, ಅವು ಶರೀರದ ಅಥವಾ ಯಾವದೇ ಅಂಗಾಂಗ ಚಲನವಲನೆಗೆ ಹಾನಿ ತರದಂತೆ ಇದ್ದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಉಪ

ಯೋಗ ದ್ವಿಗುಣಿತವಾಗಿದೆಯೆನ್ನಬಹುದು. ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ವನ್ನು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಮೈಕ್ರೋಗ್ರಾಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ($೧೦^{-೬}$ ಗ್ರಾಂ) ಅಳೆಯಲು ಅಸಾಧ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಚಟು ವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಸಿಂಟಿಲೇಶನ್ ಅಥವಾ ಗೈಗರ್ ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಉಪಕರಣಗಳಿಂದ ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳಿಂದ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲು ಅಸಾಧ್ಯ. ಉದಾ : ೧ ಕ್ಯೂರಿ ರಂಜಕ-೩೨ರ (Phosphorous-೩೨) ತೂಕವು ೩.೫ ಮೈಕ್ರೊಗ್ರಾಮ್ ಅಂದರೆ ೩.೫ ಗ್ರಾಮ್‌ದ ಹತ್ತು ಲಕ್ಷಾಂಶದಷ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ.

ಈ ಕೆಲವು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ನೋಡೋಣ. ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ನೇರ ವಾಗಿ ಕೈಯಿಂದ ಹಿಡಿಯಕೂಡದು. ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಬಿಂಗಡಿಸುವದಕ್ಕೆ ವಿಧಾನಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದು ಅವು ಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಕೆಲಸಗಾರನು ಸೀಸದ ಗೋಡೆಯನ್ನು ಕಟ್ಟಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯುವದಕ್ಕೆ ಎತ್ತುವದಕ್ಕೆ ಮುಂತಾದವು ಗಳಿಗೆ ದೂರಸಿಯಂತ್ರಕ ಇಕ್ಕಳ (Tongs) ಉಪಕರಣ ಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ. ಸೀಸದ ಗೋಡೆಯು ಗಾಮಾ ಕಿರಣ ಮತ್ತು ಉಳಿದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚು ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ದಪ್ಪವಾದ ಗೋಡೆ ಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ಅಯೋಡಿನ್ :

ಟೆಲ್ಯೂರಿಯಮ್ ಎಂಬ ಮೂಲ ಧಾತುವನ್ನು ಅಲ್ಯೂಮಿ ನಿಯಂ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಅಣುಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ (ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ) ಕೆಲವು ಕಾಲ ಇಡಬೇಕು. ಟೆಲ್ಯೂರಿಯಮ್ 'ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಹೊಡೆತಕ್ಕೆ ಸಿಲುಕಿ ಟೆಲ್ಯೂರಿಯಮ್-೧೩೧ ಪರಿಣಮಿಸುವುದು. ಅದು ಬೀಟಾ ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆಯಿಂದ ಕ್ಷಯಿಸಿ ಅಯೋಡಿನ್-೧೩೧ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗೆ ರೂಪಾಂತರ ಗೊಳ್ಳುವುದು. ಅಣುಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ $೧೦^{೧೩}$ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ / ಸೆಕೆಂಡಗಳಿದ್ದರೆ ಮೈಕ್ರೋಗ್ರಾಂ ಪ್ರಮಾಣ ದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೨೫ ಗ್ರಾಮ್ ಟೆಲ್ಯೂರಿಯಮ್‌ದಿಂದ ರೂಪಾಂತರಗೊಳ್ಳುವದು. ಆದರೆ ಅಯೋಡಿನ್‌ದ ಚಟು ವಟಿಕೆಯು (Activity) ಈಗ ಕೆಲವು ಕ್ಯೂರಿಯಷ್ಟು ಆಗು ವುದು. ಹೀಗೆ ಸಿದ್ಧವಾದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಬಿಂಗಡಿಸುವದಕ್ಕೆ ಸೀಸದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಗೆ ತರುವರು. ಏಕೆಂದರೆ, ಅಯೋಡಿನ್-೧೩೧ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾನಿಕಾರಕ ವಾದ ಬೀಟಾ ಮತ್ತು ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿ ರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸೀಸದ ಗೋಡೆ ಕಟ್ಟಿದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗೆ ಬಿಂಗಡಿಸುವ ಕಾರ್ಯವು ನಡೆಯುವದು.

ಬಿಂಗಡಿಸುವ ವಿಧಾನ :

ಟೆಲ್ಯೂರಿಯಂ ಮೂಲಧಾತುವನ್ನು ಕಾಜಿನ ೨-೫ ಲೀಟರ್ ಗುಂಡಾದ ಮುಚ್ಚಳವಿದ್ದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಗಂಧಕಾಮ್ಲ ಮತ್ತು ಕ್ರೋಮಿಕಾಮ್ಲದ ಮಿಶ್ರಣದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಬೇಕು. ಕರಗಿದ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಊರ್ಧ್ವಪತನಗೊಳಿಸಬೇಕು (Distillation). ಉಗಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದ ಅಯೋಡಿನ್‌ನ್ನು ಸೋಡಿಯಂ ಸಲ್ಫೈಟ್‌ದಲ್ಲಿ ($Na_2 So_4$) ಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಅದಕ್ಕೆ ಆಕ್ಸಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಪೊಟ್ಯಾಶಿಯಂ ಪರಮಾಂಗನೇಟ್ ಬೆರೆಸಿ ಇನ್ನೊಂದು ಸಲ, ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಅಪಕರ್ಷಣದೊಂದಿಗೆ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ಮಾಡಿ ಉಗಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದ ಅಯೋಡಿನ್‌ನ್ನು ಸೋಡಿಯಂ ಸಲ್ಫೈಟ್‌ದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಅಯೋಡಿನ್ ಈಗ ಸೋಡಿಯಂ ಅಯೊಡ್ಯಾಡ್(Nai) ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ಪ್ರಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದ ಅಯೋಡಿನ್ನಿಗೆ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿ ಸುವದಕ್ಕೆ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಥಾಯೋ ಸಲ್ಫೇಟ್ ($Na_2S_2o_3$) ಸೇರಿಸಿ, ಬಾಯಿಯ ಮುಖಾಂತರ ಔಷಧಿಯಂತೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲವೇ ಮೇಲೆ ವಿವ ರಿಸಿದ ಅಯೋಡಿನ್‌ನ್ನು ಅಂಗಾರಕ ಸಂಯುಕ್ತಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಅನೇಕ ಅಂಗಾರಕ ಸಂಯುಕ್ತ (Carbon compounds)ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವದರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಉದಾ : ರೋಸ್ ಬೆಂಗಾಲ್ ಹಿಪ್ಪ್ಯುರಾನ್, ಟ್ರೈ ಆಯೋಡೋ ಫ್ಲೈರೋಸಿನ್, ಅಯೋಡಿ ನೇಟೆಡ್ ಹ್ಯೂಮನ್ ಸಿರಮ್, ಅಲ್ಬುಮಿನ್ ಮುಂತಾದ ಔಷಧೋಪಯುಕ್ತ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು.

ರಂಜಕ-೩೨ :

ಗಂಧಕ-೩೨ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಅಣುಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ತೆಗೆಯಲು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್-ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲದೊಂದಿಗೆ ರಂಜಕ-೩೨ಕ್ಕೆ ರೂಪಾಂತರಗೊಳ್ಳುವದು. ಭಾಭಾ ಅಣು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಕಾರ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾತ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿ (Vacuum distillation) ಬಿಂಗಡಿ ಸುತ್ತಾರೆ. ಸುಮಾರು ೨೫೦ ಸೆಂ.ಗೆ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕೊಡಲು ಗಂಧಕವು ವಾಯುರೂಪಕ್ಕೆ ಸೇರಿ, ಘನವಾಗು

ತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ನಿರ್ವಾತವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಇಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕರಗಿಸಿದ ಪಾತ್ರೆಗೆ, ಹೈಡ್ರೋಕ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಬೆರಸಲು ರಂಜಕಾಮ್ಲವು ಉಂಟಾಗಿ ಅದನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು.

ಬಂಗಾರ ೧೯೮-ಕೊಲೋಯಿಡ್ :

ಅತಿ ಶುದ್ಧ ಬಂಗಾರದ ತಗಡನ್ನು (ನೂರಕ್ಕೆ ೯೯.೯ ಮಿಕ್ಕಿದ) ಅಣುಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ತೆಗೆಯಲು, ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಬಂಗಾರ-೧೯೮ ಆಗುವುದು. ಇದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ದ್ರವರಾಜದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ ಅಟ್ಟಿಸಬೇಕು. ಅದು ಬಂಗಾರ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಶುದ್ಧ ನೀರನ್ನು (ಚುಚ್ಚು ಮದ್ದಿನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ನೀರು) ಬೆರೆಸಿ, ಸೋಡಿಯಂ ಹೈಡ್ರೋಕ್ಸೈಡ್ (ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ) ಕೂಡಿಸಲು ಸೋಡಿಯಂ ಆರೇಟ್ ಸಂಯುಕ್ತವು ಪರಿಣಮಿಸುವದು. ಇದನ್ನು ಸೋಸಿ, ಹನಿಯಂತೆ ಮತ್ತೊಂದು ಪಾತ್ರೆಗೆ ಇಳಿಬಿಡಬೇಕು.

ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿಯೇ, ಮತ್ತೊಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಜೆಲೆಟಿನ್ ಮಿಶ್ರಿತ ಕಲೋಯಿಡಲ್ ಬಂಗಾರದ ಬೀಜದೊಂದಿಗೆ ೨೦° ಸೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಕೊಟ್ಟು ಇಟ್ಟಿರಬೇಕು. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸೋಡಿಯಂ ಆರೇಟ್ ಸೇರಿಸಿ, ಅರ್ಧ ಗಂಟೆಯ ನಂತರ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ಬಂಗಾರದ ಕೊಲೊಯಿಡ್ ಆಗುವುದು. ಇಂತಹ ಕೊಲೊಯಿಡ್ ಕಣದ ವ್ಯಾಸವು ಸುಮಾರು ೨೫೦ ಎಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಮ್ ($೧೦^{-೮}$ ಸೆ. ಮೀ.) ಇರಬಹುದು.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಕೊಲೋಯಿಡ್ ಬಂಗಾರದ ಬೀಜವನ್ನು ಮೊದಲೇ ಬಂಗಾರದ ಕ್ಲೋರೈಡ್‌ನ್ನು, ಗ್ಲುಕೋಜು ಮಿಶ್ರಿತ ಜೆಲೆಟಿನ್‌ದೊಂದಿಗೆ ಅಪಕರ್ಷಿಸಿ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇಂತಹ ಕೊಲೋಯಿಡ್‌ನ್ನು ಕೀಟಾಣು ನಾಶಪಡಿಸುವ ಹೆಚ್ಚು ಉಗಿಯ ಒತ್ತಡವುಳ್ಳ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಅರ್ಧ ಗಂಟೆ ಕುದಿಸಿ ತೆಗೆಯಬೇಕು. ಈ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಚುಚ್ಚು ಮದ್ದಿನಂತೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವರು.

ಕ್ರೋಮಿಯಮ್-೫೧ :

ಅಣು ಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮಿಯಂ-೫೦ ರಿಂದ ಉಚ್ಚಗೊಳಿಸಿದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಿಂದಲೂ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲವೆ 'ಶಿಲಾರ್ಡ್ ಚಾಲ್ಮರ'ನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಲೂ ಮಾಡಬಹುದು. ಹೇಗೆಂದರೆ, ಪೊಟ್ಯಾಶಿಯಂ ಕ್ರೋಮೇಟ್ ಲವಣವನ್ನು ಅಣು ಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಒಂದು ವಾರದ ವರೆಗೆ ಹಾಕಿ ತೆಗೆಯಲು ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಸಂಯೋಜಿತ(೩)ಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಪಾಡು ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ (೬) ಮತ್ತು (೩) ಸಂಯೋಜಿತ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಅನೇಕ ವಿಧವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಅಲ್ಯುಮಿನಾ ಕೊಳವೆಯ ಮುಖಾಂತರ, ಇಲ್ಲವೆ ಕ್ರೋಮಿಯಂ (೩)ನ್ನು ಸೋಡಿಯಂ ಹೈಡ್ರೋಕ್ಸೈಡ್‌ದಲ್ಲಿ ಇದರ ಥರವು ಕೆಳಗಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ (Centrifuge) ಹಾಕಿ ಸೋಸಲು ಕಿರಣೋತ್ಸರ್ಗಿ ಕ್ರೋಮಿಯಂ (೩) ಬೇರ್ಪಡುವದು. ಆಮೇಲೆ ಕ್ರೋಮಿಯಂ(೩)ನ್ನು ಸೋಡಿಯಂ ಹೈಡ್ರೋಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪೆರೋಕ್ಸೈಡ್‌ದಿಂದ ಉತ್ಕರ್ಷಿಸಿ ಆಮ್ಲಕ್ಷಾರ ಸಮತೋಲನೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ, ಸೋಸಿ, ಸಣ್ಣ ಕಾಜಿನ ಸೀಸೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ, ಹೆಚ್ಚು ಉಗಿಯ ಒತ್ತಡವುಳ್ಳ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಕುದಿಸಿ ತೆಗೆಯಲು ಚುಚ್ಚು ಮದ್ದಿನ ಔಷಧವು ಸಿದ್ಧವಾಗುವದು.

ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಮ್-೯೯ ಮ :

ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯ ಅರ್ಧಾಯು (half-life) ತೀರ ಚಿಕ್ಕದಿರುವದರಿಂದ (ಅ-ಆ=೬ ಘಂಟೆ ಕಾಲ) ಇದನ್ನು ಅಣು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿ ಕಳಿಸಲಾಗುವದಿಲ್ಲ. ಇದು ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ-೯೯ರಿಂದ ಜನಿಸಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ-೯೯ ಕ್ಷಯಿಸಿದಷ್ಟು ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಂ-೯೯ ಮ. ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು 'ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಂ-೯೯ ಮ-ಆಕಳು' ಪದ್ಧತಿಯಿಂದ ವಿಂಗಡಿಸುವರು. ಅಂದರೆ ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ-೯೯ ಕ್ಷಯಿಸಿದಾಗ, ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಂ-೯೯ ಮ ವನ್ನು ಹಿಂಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ-೯೯ರ ಅರ್ಧಾಯು ೬೬ ಗಂಟೆ ಕಾಲ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ನ್ನು ಅಣು ಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಲು ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ-೯೯ ತಯಾರಾಗುವದು.

ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಂ ಮತ್ತು ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಮ್‌ನ್ನು ಮಿಥೈಲ್-ಇಥೈಲ್ ಕೀಟೋನ್ ಎಂಬ ರಸಾಯನವನ್ನು ಸೇರಿಸಿ, ಅಲುಗಾಡಿಸಲು ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಂ ಧಾತುವು ಸೈಂದ್ರೀಯ ಪದರಿನಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಎರಡೂ ಪದರುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಮ್‌ನ್ನು ವಿಂಗಡಿಸುವರು.

ಟೆಕ್ನಿಶಿಯಂ-೯೯ಮೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು (ಮೊಲೆಬ್ಡಿನಂ-೯೯ ಸೈಂದ್ರೀಯ ಪದಾರ್ಥ, ಸೀಸದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಟ್ಟ ವಿಂಗಡಿಸುವ ಕಾಜಿನ ಕೊಳವೆ) ಗಂಟುಗಳ (Kits) ಮುಖಾಂತರ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗೆ ಕಳಿಸಲಾಗುವುದು.

ಗುಣ ಪರಿಶೀಲನೆ :

ಹೀಗೆ ತಯಾರಾದ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಅದರಲ್ಲಿಯ ಕಿರಣಗಳ ಸತ್ವ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಶುದ್ಧತೆ ಮತ್ತು ಜೀವನ ಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹವೆಲ್ಲ ಪಕ್ಕಾ ಅಪ್ಪಣೆ ಚೀಟಿ (certificate) ಪಡೆದ ಬಳಿಕ ರಹದಾರಿಯ ಮುಖಾಂತರ ಇಲ್ಲವೆ ವಾಯುಮಾರ್ಗವಾಗಿ ರವಾನೆ ಮಾಡುವರು.

ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಸಾಗಾಣಿಕೆ :

ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಸುಲಭ ಸರಕುಗಳಂತೆ ಸಾಗಿಸಲು ಬರುವದಿಲ್ಲ. ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು "ರಂಜನ್" ಅಳೆಯುವ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿದು, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಪ್ಪಳತೆಯುಳ್ಳ ಸೀಸದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ, ವಿಶೇಷ ಸರಕುಗಳಂತೆ ಸಾಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಪ್ರವಾಹಿಯಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ಕಾಜಿನ ಕುಪ್ಪಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ, ರಬ್ಬರು ಮತ್ತು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಮುಚ್ಚಳದಿಂದ ಭದ್ರವಾಗಿ ಮುಚ್ಚಿ, ಸೀಸದ ಪಾತ್ರೆಯು ಮುಖಾಂತರ ಸಾಗಿಸಲು ಬರುವುದು.

ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ದ್ರವಪದಾರ್ಥಗಳಿದ್ದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ವಹಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ವಾಯುವು ಯಾವದೇ ರೀತಿಯಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರದಂತೆ, ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿದ ಬಳಿಕ ರವಾನೆ ಮಾಡಲು ಬರುವುದು.

ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆ ಹೊಂದುವಾಗ ಅಂದರೆ ಅಣುಭಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಕುವಾಗಲೂ ಅಥವಾ ಹೊರತೆಗೆಯುವಾಗಲೂ ಕೂಡ ವಿಶೇಷ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ವಹಿಸಬೇಕಾಗುವುದು.

ಅಣುಶಕ್ತಿಯ ಶಾಂತಿಯುತ ಬಳಕೆ ಹಾಗೂ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಭಾರತವು ಪ್ರಗತಿಶೀಲ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಸ್ಥಾನ ಗಳಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಭಾಭಾ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂದಿಂಕ್ಕೂ ಮಿಕ್ಕಿ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆ ಕಳಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ದೇಶದ ಪೂರೈಕೆ ಅಲ್ಲದೆ ಪರರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೂ ಸಹ ರವಾನೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

* * *

ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು
ಮತ್ತು
ಅವುಗಳನೊಡನಿರುವ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು

● ಡಿ. ವ್ಹಿ. ಗೋಪೀನಾಥ

ಪರಮಾಣುಗಳು ವಿದಳನ ಹೊಂದುವವೆಂಬ ಮತ್ತು ವಿದಳನದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದೆಂಬ ವಿಷಯ ಈಗ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತು. ಆದ್ದರಿಂದ, ವಿದಳನ ವಸ್ತುಗಳ ಕೊರತೆ ಇಲ್ಲದಂತೆ ಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಅಣುಶಕ್ತಿ ತಂತ್ರವು ಪ್ರಪಂಚದ ಶಕ್ತಿ ಪೂರೈಕೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸುವ ಬಗೆ ಏನೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ನೋಡೋಣ.

ಈಗ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತಹ ಮುಖ್ಯ ವಿದಳನ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ಮೂರು :

ಯುರೇನಿಯಂ — ೨೩೫
ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ — ೨೩೯
ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಂ — ೨೩೮

ಇವರಲ್ಲಿ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ವಸ್ತುವು ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ ಮಾತ್ರ. ಅದೂ ಸಹ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ ೭ ಸಹಸ್ರಾಂಶದಷ್ಟಿದೆ. ನಾವು ನಮ್ಮ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಗಾಗಿ ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ನ್ನೇ ಅವಲಂಬಿಸಿದರೆ, ಅದು ಬಹಳ ಬೇಗ ವ್ಯಯವಾಗಿ ಹೋಗುವುದು. ಆದರೆ ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಯುರೇನಿಯಂನ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೮ ಸಹ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನಂತರ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-೨೩೯ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಈ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-೨೩೯ ಸಹ ವಿದಳನ ವಸ್ತುವೇ. ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಧಗಳಿಂದ ಇದನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಪುನಃ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಇಂಧನವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಜ್ವಲಿತವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿದಳನದಿಂದ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-೨೩೯ರ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು "ಪರಿವರ್ತನಾಂಶ" ಅಥವಾ "ಪರಿವರ್ತನಾ ಪ್ರಮಾಣ" ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ,

$$\text{ಪರಿವರ್ತನಾಂಶ} = \frac{\text{ಜನಿತ ವಿದಳನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}{\text{ಜ್ವಲಿತ ವಿದಳನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}$$

(ಈ ಪರಿವರ್ತನಾಂಶವು ೧.೦ ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿ ಪ್ರಮಾಣವೆಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.)

ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಥರ್ಮಲ್ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪರಿವರ್ತನಾಂಶವು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ೦.೫ರಷ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಜ್ವಲಿತವಾದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿದಳನ ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ೦.೫ ವಿದಳನ ಪರಮಾಣು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ $\frac{೦.೦೦೭}{೧-೦.೫} = ೦.೦೧೪$ ಅಂದರೆ ೧೪ ಸಹಸ್ರಾಂಶದಷ್ಟು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಯುರೇನಿಯಂನ್ನು ಅಣು

ಶಕ್ತಿಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಇದೂ ಸಹ ಅತ್ಯಲ್ಪವೇ. ಅದೇ ಪರಿವರ್ತನಾ ಪ್ರಮಾಣವು ೧.೦ ಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಿದ್ದಲ್ಲಿ, ವಿದಳನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಜ್ವಲಿತವಾದಷ್ಟೂ, ಅವು ವೃದ್ಧಿ ಹೊಂದುತ್ತಲೇ ಇರುವುದರಿಂದ, ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ಯುರೇನಿಯಂನ್ನು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಅಲ್ಲಿಗೆ ಇಂಧನಗಳ ಸಮೃದ್ಧಿ (ಪೂರೈಕೆ) ಅಪಾರವಾದಂತಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಸಾಧ್ಯ ಮಾಡುವುದೇ ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಗುರಿ. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಅರಿಯಬೇಕಾದರೆ, ನಾವು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿನ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಆಯವ್ಯಯಗಳನ್ನು ಮೊದಲು ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು.

ಮೊದಲನೆಯ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫, ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ–೨೩೯ ಮೊದಲಾದ ವಿದಳನ ಧಾತುಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಾಗ ಕೆಲವು ಸಲ ವಿದಳನಗೊಳ್ಳುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಈ ರೀತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಒಳಗೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ "ಬಂಧನ ಕ್ರಿಯೆ" ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಧಾತುವಿನ "ಬಂಧನ ಕ್ರಿಯಾ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲವು" σ_c ಎಂದೂ ಮತ್ತು "ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯಾ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲ"ವು σ_f ಎಂದೂ ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈಗ ನಾವು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಚಿಹ್ನೆಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸೋಣ :

ν = ಒಂದು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉದಿತವಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ.

α = ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯಾ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲ ಮತ್ತು ಒಟ್ಟು ಕ್ಷೇತ್ರಫಲದ ಪ್ರಮಾಣ $\left(\frac{\sigma_f}{\sigma_c+\sigma_f}\right)$

η = ವಿದಳನ ಪರಮಾಣುವು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಾಗ ಉದಿತವಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ($\alpha\nu$).

ಈ η ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕ್ರಿಯಾ ಸರಪಳಿಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವುದರಿಂದ, ನಮಗೆ ವೃದ್ಧಿಕ್ರಿಯೆಗೆ ದೊರೆಯುವ ಪರಮಾವಧಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೆಂದರೆ $\eta-1$. ಆದ್ದರಿಂದ η ಎರಡಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗದ ಹೊರತು ವಿದಳನ ವಸ್ತುಗಳು ವೃದ್ಧಿ ಹೊಂದಲಾರವು. ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ, ಥರ್ಮಲ್ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ವೇಗನಿಯಂತ್ರಕ ಮತ್ತು ಕಟ್ಟಡದ ವಸ್ತುಗಳಿದ್ದು ಅವುಗಳು ಮತ್ತು ವಿದಳನ ಫಲಗಳೂ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಒಳಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ η ಎರಡಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳಮಟ್ಟಿಗೆ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿಯೇ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ವಿಷಯವೇನೆಂದರೆ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಎಲ್ಲ ವಿದಳನ ಧಾತುಗಳ ವಿವಿಧ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ವೇಗ ಅಥವಾ ಶಕ್ತಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ν ಸಹ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯೊಡನೆ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ನೋಡಿ :

η ಮೌಲ್ಯಗಳು

ಧಾತು	**ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಶಕ್ತಿ**	
	೦.೦೨೫ ev	**೮೦೦ kev**
u–೨೩೫	೨.೦೮	೨.೨೩
Pu–೨೩೯	೨.೧೦	೨.೬

ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಶಕ್ತಿ ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಹಲವಾರು ಪರಿಣಾಮಗಳೂ ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ.

೧. **ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ರ ವಿದಳನ :** ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ ಮಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ವಿದಳನ ಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಶಕ್ತಿ 1 Mev ಗಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿದಳನ ಹೊಂದುವುದು.

೨. **ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಣಗಳ ಅನವಶ್ಯಕತೆ :** ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವೇಗ ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಣಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇರುವದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಬಂಧನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತಿದ್ದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಉಳಿತಾಯವಾಗುವುವು.

೩. **ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಬಂಧನಕ್ರಿಯೆಯ ಇಳಿತಾಯ :** ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳ "ಬಂಧನ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲವು" ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯೊಡನೆ ಕುಂದುವುದರಿಂದ, ಕಟ್ಟಡ ವಸ್ತುಗಳು, ವಿದಳನ ಫಲಗಳು ಮತ್ತು ಶೀತಕಗಳ ಬಂಧನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ನಷ್ಟವು ಬಹಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು.

ಇದೆಲ್ಲದರಿಂದ ವ್ಯಯವಾಗುವುದೇನೆಂದರೆ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯು ತೇಜ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ವಿದಳನ ಧಾತುಗಳ ವೃದ್ಧಿಯು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಈ ರೀತಿ ತೇಜ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯಾ ಸರಪಳಿಯನ್ನು ನಡೆಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಸ್ಥಿತಿಗಳೇನೆಂಬುದನ್ನು ನೋಡೋಣ.

೧. ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಯಾವೊಂದು ವೇಗನಿಯಂತ್ರಕವೂ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ ಇರಕೂಡದು.

೨. ತೇಜ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲವು ಬಹಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ ವಿದಳನ ಧಾತುವಿನ ಅಂಶವು ಹೆಚ್ಚಿನದಾಗಿರಬೇಕು.

೩. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳಿಂದ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿನದಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಶೀತಕವು ಹೆಚ್ಚು ಸಮರ್ಥಕಾರಿಯಾದ ಒಳ್ಳೆಯ ಉಷ್ಣವಾಹಕವಾಗಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಇಂಧನದ ಸರಳುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರಬೇಕು.

೪. ವೃದ್ಧಿ ಕ್ರಿಯೆಯು ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ, ಇಂಧನಗಳು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಜ್ವಲಿಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು.

ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಅನೇಕ ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರಮುಖಾಂಶಗಳು ಈ ರೀತಿ ಇವೆ:

೧. ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಗರ್ಭ (Core) : ಎಲ್ಲ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಗೂ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಗ. ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ ರಿಂದ ಪುಷ್ಟಿಗೊಂಡ ಯುರೇನಿಯಂ ಅಥವ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಂನ ಮಿಶ್ರಣದ ಇಂಧನದ ಸರಳುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ವಿಕಿರಣ ಶಿಥಿಲತೆಯನ್ನು ತಡೆದುಕೊಂಡು, ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಕಾಲ ಇರಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಇಂಧನಗಳು ಆಕ್ಸೈಡ್ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದು ಸ್ಟೇನಲೆಸ್ ಸ್ಟೀಲಿನ ಹೊದಿಕೆ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.

೨. ಹೊದಿಕೆ : ಗರ್ಭದ ಸುತ್ತಲೂ ವಿದಳನಕಾರಕ ವಸ್ತುವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ರ ಸರಳುಗಳು ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಭಾಗವನ್ನು ಹೊದಿಕೆ (Blanket) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಮುಖ್ಯ ಉದ್ದೇಶ ಗರ್ಭದಿಂದ ಹೊರಬರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ವಿದಳನ ವಸ್ತುವಾದ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ–೨೩೯ನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುದು.

೩. ಶೀತಕ : ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಶೀತಕವು ದ್ರವ ಸೋಡಿಯಂ. ಈ ದ್ರವ ಸೋಡಿಯಂ ರಿಯಾಕ್ಟರ ಧಾರಕದ ಕೆಳಭಾಗದಿಂದ ಬಂದು ಗರ್ಭ ಮತ್ತು ಹೊದಿಕೆಯ ಇಂಧನದ ಸರಳುಗಳ ಮೇಲೆ ಹರಿದು, ಅವುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಶಾಖವನ್ನು ಪಡೆದು ಧಾರಕದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ.

೪. ಉಷ್ಣ ವಿನಿಮಯಕಗಳು : ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಎರಡು ಉಷ್ಣ ವಿನಿಮಯಕಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆಯ ವಿನಿಮಯಕದ ಮೂಲ ಮತ್ತು ದ್ವಿತೀಯ ಮಂಡಲಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ಸೋಡಿಯಂ ಇದ್ದು ಶಾಖವು ಮೂಲ ದ್ರವದಿಂದ ದ್ವಿತೀಯ ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ವಿನಿಮಯವಾಗುವುದು. ಎರಡನೆಯ ವಿನಿಮಯಕದಲ್ಲಿ, ದ್ವಿತೀಯ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ನೀರಿದ್ದು, ಮೊದಲನೆಯ ವಿನಿಮಯಕದಿಂದ ಬಂದ ಸೋಡಿಯಂ ಶಾಖದಿಂದ ಹಬೆಯುತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು.

ಈಗ ಈ ರೀತಿಯ ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ಥರ್ಮಲ್ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಗಿಂತ ಯಾವ ವಿಧದಲ್ಲಿ ಬೇರೆಯೆಂಬುದನ್ನು ನೋಡೋಣ.

೧ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿ ಸಾಂದ್ರತೆ

೨ ಅಧಿಕ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹ ಮೊತ್ತಗಳು

೩ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಜೀವಿತ ಕಾಲ

೪ ಅಧಿಕತರವಾದ ಶಾಖದ ಮಟ್ಟಗಳು

೫ ದೀರ್ಘ ಜ್ವಲನ ಕಾಲಗಳು

೬ ತೀವ್ರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾಕಾರಕ ಸೋಡಿಯಂನ ಉಪಯೋಗ.

ಮುಂದಿನ ಪಟ್ಟಿಯು ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಥರ್ಮಲ್ ಮತ್ತು ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ತುಲನಾತ್ಮಕ ಪರಿಶೀಲನೆ

ಅಂಶ	ಸೈರಸ್ (CIRUS)	ರ್‍ಯಾಪ್ (RAPP)	ತಾರಾಪುರ್ (TAPP)	ತೇಜಾಣು F. B. T. R.
೧) ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ ಪುಷ್ಟೀಕರಣ	ನೈಸರ್ಗಿಕ	ನೈಸರ್ಗಿಕ	೨.೨%	೮೫%
೨) ಇಂಧನದ ಭರ್ತಿ (ಟನ್)	೧೦	೫೬	೪೫	೦.೧೮
೩) ಗರ್ಭ ಸಲೆ (ಲೀಟರ್)	೧೭,೬೮೦	೭೯,೮೦೦	೧೬,೮೦೦	೫೫
೪) ಶಕ್ತಿ ಸಾಂದ್ರತೆ (kw/l)	೨.೬	೯.೬೫	೩೯.೪	೯೦೦
೫) ಶೀತಕದ ನಿರ್ಗಮ ತಾಪಮಾನ(°c)	೭೫	೨೯೩	೨೮೬	೫೨೦
೬) ಪರಮಾವಧಿ ಪ್ರವಾಹ ಮೊತ್ತ (n/cm² sec)	೬.೭ × ೧೦^{೧೩}	೧.೩ × ೧೦^{೧೪}	೨.೯ × ೧೦^{೧೩}	೩ × ೧೦^{೧೫}
೭) ಜ್ವಲನ (MWD/T)	೧,೦೦೦	೬,೭೦೦	೧,೦೦೦	೫೦,೦೦೦ —೧,೦೦,೦೦೦

ಕೊನೆಯದಾಗಿ ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಕೆಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ವಿವೇಚಿಸೋಣ. ಇಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಸುರಕ್ಷತೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸೋಣ.

ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ.

೧) ಇಂಧನ ಸರಕುಗಳ ಶಿಥಿಲತಾ ಹರಡುವಿಕೆ

೨) ಇಂಧನ ಮತ್ತು ಶೀತಕಗಳ ಅಂತರ ಕ್ರಿಯೆ

೩) ಆಕಸ್ಮಿಕ ಉಪರಿಷ್ಟ ಸಂದಿಗ್ಧತೆ (Accidental Super Criticality)

೪) ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಅಂತರ ಕ್ರಿಯೆ

೫) ಸೋಡಿಯಂನಿಂದ ಜನಿತವಾಗುವ ಬೆಂಕಿಯ ಅಪಘಾತಗಳು.

೧) ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಇಂಧನ ಸರಳು ಒಡಕವಾದಲ್ಲಿ ಅದು ತನ್ನ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಸರಕುಗಳ ಹೊದಿಕೆಯ ಛಿದ್ರತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಛಿದ್ರಿತ ಸರಳಿನಿಂದ ಬರುವ ವಿದಳನ ಫಲವಾಯುಗಳು ಮತ್ತು ಇಂಧನ ಕಣಗಳು ಶೀತದ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸಿ ಪಕ್ಕದ ಸರಳುಗಳ ಛಿದ್ರತೆಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುವುವು. ಈ ರೀತಿಯ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಆಗುವುವು ಮತ್ತು ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳ ಪರಿಣಾಮವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಅಮೇರಿಕಾದ "ಟ್ರೀಟ್" (Treat) ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ನ "ಕಾಬ್ರಿ" (Cabri) ಎಂಬ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

೨) ಇಂಧನ ಮತ್ತು ಶೀತಕಗಳ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆ : ಅತಿಯಾಗಿ ತಪ್ತ ಇಂಧನವು ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಕುದಿಯುತ್ತಿರುವ ಅಥವಾ ಅದರ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ ಸೋಡಿಯಂ

ನೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದಾಗ ಸ್ಫೋಟಕವುಂಟಾಗಿ ಕೆಲ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಉಷ್ಣ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನವಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯು ಅಂತರ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದಾಗುವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಗ್ರೆನೋಬ್ಲ್, ಆರ್ಗಾನ್ ಮತ್ತು ಇಸ್ಪ್ರಾಗಳಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಸಿಸುತ್ತಿರುವರು.

೨) **ಆಕಸ್ಮಿಕ ಉಪರಿಷ್ಟ ಸಂದಿಗ್ಧತೆ :** ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ಅಪಘಾತಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಇದು ಪರಮಾವಧಿ ತೀವ್ರವಾದುದು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕಾರಣದಿಂದ ಹಲವಾರು ಇಂಧನ ಸರಳುಗಳು ಕರಗಿ ಪುನಃ ಉಪರಿಷ್ಟ ಸಂದಿಗ್ಧತೆಯುಳ್ಳ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯಾದಾಗ ಅತಿ ತೀವ್ರವಾದ ಅಪಘಾತವುಂಟಾಗಿ ನೂರಾರು ಪೌಂಡು ಟಿ. ಎನ್. ಟಿ. (TNT) ಗಳಿಗೆ ಸಮವಾದ ಶಕ್ತಿ ಸ್ಫೋಟನೆಯಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಈ ಘಟನೆಗೆ ಕಾರಣಗಳಾವುವು, ಅವುಗಳ ಸಂಭವನೀಯತೆ ಎಷ್ಟು, ಈ ಅಪಘಾತದಿಂದ ಹಾನಿ ಎಷ್ಟು ಮತ್ತು ಅವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ ಬಗೆ ಹೇಗೆ ಎಂಬುದರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಪ್ರಪಂಚದ ನಾನಾ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ತಾತ್ವಿಕ ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

* * *

ಪರಮಾಣು ಖನಿಜಗಳ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಆರೋಗ್ಯ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಾತ್ರ

● ಮುಳಿಯ ರಾಘವಯ್ಯ

ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ :

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತ ಧಾತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ಯುರೇನಿಯಂ. ಇಂದು ಪ್ರಪಂಚದ ಹಲವಾರು ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಿವೆ. ಯುರೇನಿಯಂ ಧಾತುವನ್ನುತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರುವ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೆನಡಾ, ಫ್ರಾನ್ಸ್, ರಶಿಯಾ, ಭಾರತ, ದಕ್ಷಿಣ ಆಫ್ರಿಕಾ, ಅಮೇರಿಕಾ ಮತ್ತು ಇನ್ನಿತರ ದೇಶಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಬಹುದು. ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಮಿಕರು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಅಪಾಯಗಳನ್ನಲ್ಲದೆ, ಇತರ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿಲ್ಲದ ಇನ್ನೊಂದು ಅಪಾಯವನ್ನೂ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಅಲ್ಲದೆ ಸಮತೋಲನ (equilibrium) ದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಂಶಜ ಧಾತುಗಳೂ (Decay products) ಇರುತ್ತವೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಧಾತುಗಳಾದುದರಿಂದ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಆಲ್ಫ, ಬೀಟ ಮತ್ತು ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸೂಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಂಶಜಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ರೇಡಾನ್-೨೨೨ ಅನಿಲ. ಈ ಅನಿಲದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನ ಉತ್ತಮವಾದ ವಾತಾಯನ (Ventilation) ವ್ಯವಸ್ಥೆ.

ಯುರೇನಿಯಂ ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಸಿಲಿಕಾ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತ ಪದಾರ್ಥವೂ ವಿಶೇಷವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಗಣಿಯೊಳಗೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಕೆಲಸಗಳಿಂದ ಸಿಲಿಕಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಗೊಂಡು, ಕಾರ್ಮಿಕರ ಉಸಿರಿನೊಂದಿಗೆ ಅವರ ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯವನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಹಲವಾರು ವರ್ಷ ಕಾರ್ಮಿಕರು ಸಿಲಿಕಾ ಕಣಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಅವರು 'ಸಿಲಿಕೋಸಿಸ್' ಎಂಬ ರೋಗಕ್ಕೆ ಬಲಿಯಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಉತ್ತಮವಾದ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹಾಗೂ ಸಿಲಿಕಾ ಕಣಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವುದರಿಂದ ಈ ಅಪಾಯವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಹುದು. ಈ ಅಪಾಯಗಳಲ್ಲದೆ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು ಗಣಿಯ ಕಾರ್ಮಿಕರಿಗೆ ಮಾರಕವಾಗಬಹುದು. ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂನ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಇದು ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಯೇನಲ್ಲ.

ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ :

ಅಣುಶಕ್ತಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಪ್ರಥಮ ಕಚ್ಚಾ ಸಾಮಗ್ರಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಧಾತು. ಸುಮಾರು ಎರಡು ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಅಂದರೆ ೧೭೮೯ ರಲ್ಲಿ ಈ ಲೋಹದ ಶೋಧವಾಯಿತು.

ಯುರೇನಿಯಂನ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಗನಿಗಳು ಯುರೋಪಿನಲ್ಲಿದ್ದವು. ದ್ವಿತೀಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ನಂತರ ಯುರೇನಿಯಂನ ಬೇಡಿಕೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅದರ ಉತ್ಪಾದನೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಬಂತು. ಅಮೇರಿಕಾ, ಕೆನಡಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ೧೯೪೬ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದ ಉತ್ಪಾದನೆ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿತು. ಭಾರತದಲ್ಲೂ ಯುರೇನಿಯಂ ಧಾತುವಿನ ನಿಕ್ಷೇಪ ಬಿಹಾರ ರಾಜ್ಯದ ಸಿಂಹಭೂಮಿ ಜಿಲ್ಲೆಯಲ್ಲಿ–ಈಗ ಜಾದುಗುಡ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ–ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿತು. ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಏಕೈಕ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿ ಇಲ್ಲಿದೆ. ಗನಿಯ ಕೆಲಸ ಸುಮಾರು ೧೯೬೭–೬೮ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಹೊಸ ನಿಕ್ಷೇಪಗಳ ಶೋಧ ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಡೆದಿದ್ದರೂ ಇದುವರೆಗೂ ಲಾಭದಾಯಕ ನಿಕ್ಷೇಪಗಳ ಪತ್ತೆ ಬೇರೆಲ್ಲಿಯೂ ಆಗಿಲ್ಲ.

ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಪಾಯಗಳು :

ಯುರೇನಿಯಂ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಧಾತುವೆಂಬುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಯ ಕಾರ್ಮಿಕರು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾದ ಅಪಾಯಗಳನ್ನಲ್ಲದೆ ವಿಕಿರಣಜನ್ಯ ಅಪಾಯಗಳಿಗೂ ಗುರಿಯಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಪಾಯಗಳು ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಇದ್ದರೂ, ಅವು ವಿಕಿರಣಜನ್ಯವೆಂದು ತಿಳಿದುದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ. ಯುರೋಪಿನ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ದುಡಿದವರಲ್ಲಿ ಹಲವರು ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಬಳಲಿ ಅಸು ನೀಗಿದರು. ೧೯೩೭ರಲ್ಲಿ ಮರಣಹೊಂದಿದ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳ ಕಾರ್ಮಿಕರಲ್ಲಿ ಇದುವರೆಗೆ ೩೦–೬೦% ಜನರು ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಮರಣಹೊಂದಿದರೆಂದು ವರದಿಯಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ಮರಣಗಳಿಗೆಲ್ಲ ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಕಾರಣವೆಂದೂ, ಗನಿಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಧೂಳು ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳು ಈ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವೆಂದೂ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ನಡೆಸಿದ ವಿವರವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದಲೇ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಮೊದಮೊದಲು ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳೆಲ್ಲ ಈ ರೋಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆಂದು ದೂರಲ್ಪಟ್ಟವು.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ದೊರಕುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಅದುರುಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಧಾತುವಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಸಾವಿರದಲ್ಲಿ ಒಂದೆರಡು ಭಾಗದಷ್ಟಿದ್ದರೆ ಅತಿ ಲಾಭದಾಯಕ ಅದುರೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಈಗ ಅಗೆದು ತೆಗೆಯಲ್ಪಡುವ ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಸಾವಿರದಲ್ಲಿ ಒಂದಂಶಕ್ಕೂ ತುಸು ಕಡಿಮೆ ಯುರೇನಿಯಂ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂನ ಅಂಶ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದರೂ ಅದರೊಡನೆ ಅದರ ವಂಶಜ ಧಾತುಗಳೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಸಮಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಭಾರದಲ್ಲಲ್ಲ; ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆಯಲ್ಲಿ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಂಶಜ ಧಾತುವಿನ ವಿಕಿರಣತೆಯು ಯುರೇನಿಯಂನ ವಿಕಿರಣತೆಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಕೃತಿ ಲಭ್ಯ ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ ೧೪೦ರಲ್ಲೊಂದು ಪಾಲು ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ ಹಾಗೂ ಅದರ ವಂಶಜ ಧಾತುಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ ಹಾಗೂ ಅದರ ವಂಶಜ ಧಾತುಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಹಾಗೂ ಅದರ ವಂಶಜ ಧಾತುಗಳ ಅಂಶ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಪ್ರಭಾವವೂ ಗಮನೀಯವಾಗಿರುವದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಎಂದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕು. ಯುರೇನಿಯಂನ ವಂಶಜಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು ಥೋರಿಯಂನ ಎರಡು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು (ಭಾರ ಸಂಖ್ಯೆ ೨೩೪ ಮತ್ತು ೨೩೦), ಪ್ರೊಟಾಕ್ಟೀನಿಯಂನ ಒಂದು ಸಮಸ್ಥಾನಿ (ಭಾ.ಸಂ.೨೩೪), ರೇಡಿಯಂ–೨೨೬, ರೇಡಾನ್–೨೨೨, ಪೊಲೋನಿಯಂನ ಮೂರು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು (ಭಾ. ಸಂ. ೨೧೮, ೨೧೪ ಮತ್ತು ೨೧೦), ಬಿಸ್ಮತ್ತಿನ ಎರಡು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು (ಭಾ. ಸಂ. (೨೧೪ ಮತ್ತು ೨೧೦) ಮತ್ತು ಸೀಸದ ಮೂರು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು (ಭಾ. ಸಂ. ೨೧೪, ೨೧೦ ಮತ್ತು ೨೦೬). ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಸೀಸ–೨೦೬ ಮಾತ್ರ ಸ್ಥಿರ (Stable) ಸಮಸ್ಥಾನಿ. ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ ಹಾಗೂ ಅದರ ೮ ವಂಶಜ ಧಾತುಗಳು ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳನ್ನುಗುಳುತ್ತಿದ್ದರೆ ಉಳಿದ ಆರು ವಂಶಜಗಳು ಬೀಟಾ ಕಣಗಳನ್ನು ದೂಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಒಡನೊಡನೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಂಶಜಗಳೆಲ್ಲ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಸೂಸುತ್ತವೆ.

ಯುರೇನಿಯಂ ಹಾಗೂ ವಂಶಜಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಗನಿಯೊಳಗೆಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಬಾಹ್ಯ ಗಾಮಾ ಕ್ಷೇತ್ರವು (external gamma field) ಹಬ್ಬಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂನ ಅಂಶವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂನ ಅಂಶ ಅಷ್ಟೇನೂ ಹೆಚ್ಚಿಲ್ಲದುದರಿಂದ

ಬಾಹ್ಯ ಗಾಮಾಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ನಾವು ಎದುರಿಸ ಬೇಕಾಗುವದಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಗಾಮಾಕ್ಷೇತ್ರದ ಸರಾಸರಿ ಮಟ್ಟ ಸುಮಾರು ೦.೬ mR/hour ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಇದು ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯೇನಲ್ಲ.

ಗನಿಯ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೇಳುವದಾದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ ವಂಶಜ ಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ರೇಡಾನ್–೨೨೨. ಯುರೇ ನಿಯಂನ ಇತರ ವಂಶಜಗಳೆಲ್ಲ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಘನ ಪದಾರ್ಥಗಳಾದರೆ ರೇಡಾನ್ ಮಾತ್ರ ಅನಿಲ ರೂಪದಲ್ಲಿರು ತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅದು ಅದುರಿನೊಳಗೆ ಜನ್ಮತಳೆದರೂ, ಸುಲಭವಾಗಿ ಅದುರಿನಿಂದ ಹೊರಬಂದು ಗಾಳಿಯೊಡನೆ ಬೆರೆ ಯುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಭೂಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ನೀರಿನ ಗುಪ್ತ ತೊರೆಗಳೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲ ವನ್ನು ಕರಗಿಸಿಕೊಂಡು ಗನಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ತಂದು ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಭೈರಿಗೆ, ನಿಸ್ಫೋಟ ಮುಂತಾದ ಗನಿಯೊಳಗಿನ ಕೆಲಸಗಳು ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ರೇಡಾನ್ ಗಾಳಿ ಯೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಯಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ರೇಡಾನಿನ ಅರ್ಧಾಯು ಸುಮಾರು ೩.೮ ದಿನಗಳು. ರೇಡಾನಿನ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದುದಿಸಿದ ಅದರ ವಂಶಜಗಳ ಅರ್ಧಾಯುಗಳು ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆ. ಅಂದರೆ ಕೆಲವೇ ನಿಮಿಷಗಳು. ಈ ವಂಶಜ ಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು ರೇಡಿಯಂ **A**, **B** ಮತ್ತು **C** ಎಂಬ ಧಾತುಗಳು (ನಿಜವಾಗಿ ಇವು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಪೊಲೋನಿಯಂ, ಬಿಸ್ಮತ್ ಮತ್ತು ಸೀಸಗಳ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಾದರೂ ಅವುಗಳ ಶೋಧವಾದಾಗ ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಕೊಡಲ್ಪಟ್ಟ ಹೆಸರುಗಳು ಇನ್ನೂ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿವೆ.) ಗನಿಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ; ಅದರ ಈ ಅಲ್ಪಾಯು ವಂಶಜಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ವಾತಾಯನದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ರೇಡಾನಿನ ವಂಶಜಗಳು ರೇಡಾನಿನೊಡನೆ ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರ ಬಹುದು. ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದೆಯೂ ಇರಬಹುದು. ಜನಿಸಿದ ಕೂಡಲೇ ರೇಡಿಯಂ **A** ಮುತ್ತಿತರ ವಂಶಜಗಳು ಅಣುರೂಪ ದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಶೀಘ್ರವಲ್ಲೇ ಅವು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಅಂಟಿ ಕೊಂಡು ದೊಡ್ಡ ಅಣುಸಮೂಹಗಳಾಗುತ್ತವೆಂದು ನಂಬ ಲಾಗಿದೆ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳ ಮೇಲೂ ಈ ಅಣುಗಳು ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳದ ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಧೂಳಿನ ಮೇಲಂಟಿಕೊಳ್ಳದ ರೇಡಾನ್ ವಂಶ ಜಾಣುಗಳನ್ನು 'ಸ್ವತಂತ್ರಾಣುಗಳು' (unattached atoms) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ತದ್ವಿರುದ್ಧ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅಣು ಗಳನ್ನು 'ಬಂಧಿತಾಣು'ಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯೋಣ. ಗನಿಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಕಲ್ಮಶಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳು–ಅದರಲ್ಲೂ ಸ್ವತಂತ್ರಾಣುಗಳು–ಅತ್ಯಂತ ಹಾನಿ ಕಾರಿಗಳೆಂದು ತಜ್ಞರ ಮತ. ಕಾರ್ಮಿಕರ ಉಸಿರಿನೊಂದಿಗೆ ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತದರ ವಂಶಜಗಳು ಅವರ ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯ ದೊಳಕ್ಕೆ ಸೆಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಆಗ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳು ಘನಪದಾರ್ಥಗಳಾದುದರಿಂದ ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದ ಒಳಭಾಗದ ಗೋಡೆಗಳ ಮೇಲೆ ಲೇಪಗೊಂಡು ಸಂಗ್ರಹವಾಗು ತ್ತವೆ. ಮತ್ತು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಶಕ್ತಿಯುತ ಆಲ್ಫಾ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಘಾಸಿಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜ ಗಳ ಸ್ವತಂತ್ರಾಣುಗಳು ಬಂಧಿತಾಣುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸುಲಭ ವಾಗಿ ಹೀಗೆ ಸಂಗ್ರಹಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆಯೆಂದು ನಂಬಿಕೆ. ರೇಡಾನ್ ಮಾತ್ರ ಅನಿಲವಾದುದರಿಂದ ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದ ಒಳಹೊಕ್ಕಷ್ಟೇ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊರಗೂ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದುದ ರಿಂದ ಅದು ತನ್ನ ವಂಶಜಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಉಪದ್ರವಕಾರಿ.

ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಯ ಕಾರ್ಮಿಕರು ವಿಕಿರಣಜನ್ಯ ಅಪಾ ಯಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಬೇರೆ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಅಪಾಯ ಗಳನ್ನೂ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಪಾಯಗಳು ಬೇರೆ ಗನಿ ಹಾಗೂ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ಸಿಲಿಕಾಯುಕ್ತ ಧೂಳು. ಸಿಲಿಕಾ ಎಂದರೆ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಎಂಬ ಧಾತುವಿನ ದ್ವಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಸಂಯುಕ್ತ. ಇತರ ಅದುರುಗಳಂತೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಅದುರಿನಲ್ಲೂ ಅಧಿ ಕಾಂಶ ಸಿಲಿಕಾ ಇದ್ದೇ ಇದೆ. ಅದರ ಪ್ರಮಾಣ ೩೦% ದಿಂದ ೭೦% ವರೆಗೂ ಇರಬಹುದು. ಜಾದುಗುಡದ ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ೪೫%ನಷ್ಟು ಸಿಲಿಕಾ ಇದೆಯೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಗನಿ ಯೊಳಗಿನ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕೆಲಸಗಳಿಂದಾಗಿ ಸಿಲಿಕಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿ ಗಾಳಿಯೊಡನೆ ಬೆರೆ ಯುತ್ತವೆ. ಮತ್ತು ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳಂತೆ ಉಸಿರಿನೊಡನೆ ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದೊಳಗೆ ಸೇರಿ ಸಂಗ್ರಹಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅನೇಕ ವರ್ಷ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ದುಡಿದ ಕಾರ್ಮಿಕರು ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗಕ್ಕೆ ಬಲಿಯಾಗುವ ಸಂಭವವಿದ್ದಂತೆ ಸಿಲಿಕಾಕಣಗಳಿಂದ 'ಸಿಲಿ ಕೋಸಿಸ್' ಎಂಬ ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದ ರೋಗಕ್ಕೂ ತುತ್ತಾ ಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಈ ರೋಗಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಲು ಕನಿಷ್ಠ ೧೦–೧೫ ವರ್ಷಗಳಾದರೂ ಬೇಕು.

ಡೀಸೆಲ್ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸುವ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಡೀಸೆಲ್ ಹೊಗೆಯಿಂದ ಕಾರ್ಬನ್ ಮೊನೋಕ್ಸೈಡ್, ಸಲ್ಫರ ಡೈ ಆಕ್ಸಾಯಿಡ, ಆಲ್ಡಿಹ್ಯಾಡ್ಸ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತ ವಿಶೇಷಗಳ ಹಾನಿಕಾರಕ ಪರಿಣಾಮಗಳೂ ಆಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ.

ಸುರಕ್ಷಾ ಮಿತಿಗಳು :

ಇದುವರೆಗೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಯ ಕಾರ್ಮಿಕರು ಎದುರಿಸಬೇಕಾದ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಅಪಾಯಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿದ್ದಾಯಿತು. ಇದರರ್ಥ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಯೊಳಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವವದೇ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂದಲ್ಲ. ತಕ್ಕ ಮುಂಜಾಗ್ರತೆ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಕೈಕೊಂಡರೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲೂ ನಿರ್ಯೋಚನೆಯಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡಬಹುದು. ಯುಕ್ತ ಮುಂಜಾಗ್ರತಾ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಕೈಕೊಳ್ಳಲು ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಹಾಗೂ ಇತರ ಕಲ್ಮಶಗಳ ಸುರಕ್ಷಾ ಮಿತಿ(Safety limits)ಗಳನ್ನರಿತಿರುವದು ಅವಶ್ಯ. ಅಂತರ್ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಕಿರಣ ರಕ್ಷಣಾ ಸಮಿತಿ (International Commission on Radiological Protection), ಅಂತರ್ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕಾರ್ಯಾಲಯ (International Atomic Energy Agency) ಮುಂತಾದ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು, ತಜ್ಞರ ವರದಿಯ ಪ್ರಕಾರ, ಸೂಕ್ತ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿವೆ. ಈ ಶಿಫಾರಸುಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಆಯಾ ದೇಶದವರು ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸಬೇಕಿದ್ದ ಸುರಕ್ಷಾ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ವಿಧಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಈ ಮಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಿಗನ್ವಯಿಸುವ ಕೆಲವನ್ನು ವಿವೇಚಿಸುವಾ. ಬಾಹ್ಯ ಗಾಮಾಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಮಿತಿ. ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತದರ ವಂಶಜಗಳಿಗನ್ವಯಿಸುವ ಸುರಕ್ಷಾಮಿತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಮೊದಲು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳ ಸ್ವತಂತ್ರಾಣುಗಳ ಅಂಶವೆಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದಿರಬೇಕು. ಇದುವರೆಗೆ ಅದರ ಮೌಲ್ಯ ೦.೧ ಎಂದೆಣಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಅಳತೆಯ ಪ್ರಕಾರ ೦.೧ ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆಯಿರಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇದುವರೆಗೆ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ೦.೧ ಎಂಬ ಮೌಲ್ಯವನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸಿದರೆ ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲದ ಸುರಕ್ಷಾ ಮಿತಿ ಗಾಳಿಯ ಲೀಟರೊಂದಕ್ಕೆ ೨೫೦ Picocuries ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ವಾರದಲ್ಲಿ ೪೮ ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಕೆಲಸ ನಡೆಯುವ ಗನಿಗಳಿಗೆ ಅಥವಾ ಕಾರ್ಮಿಕರಿಗಷ್ಟೇ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾರ್ಯಾವಧಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಸುರಕ್ಷಾಮಿತಿಯನ್ನೂ ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕಾಗುವುದು.

ಅಮೇರಿಕಾ, ಕೆನಡಾ ಹಾಗೂ ಇತರ ಕೆಲವು ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲದ ಸುರಕ್ಷಾಮಿತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವ ಪದ್ಧತಿಯಿಲ್ಲ. ಅದರ ಬದಲು ಅಲ್ಲಿ 'radon daughter working level' ಅಥವಾ ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳ ಕಾರ್ಯ ಮಟ್ಟ ಎಂಬುದು ಅನುಸರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯ ಮಟ್ಟವು, ತಾವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿಚ್ಛಿದ್ರಗೊಳ್ಳುವಾಗ ೧.೩×೧೦^{೫} Mevಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡುವ ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳ ಸಮೂಹವೆನ್ನಬಹುದು. ನಿಜವಾಗಿ ನೋಡಿದರೆ ಇದು ೧೦೦ Picocurieಗಳಷ್ಟು ರೇಡಿಯಂ A ಮತ್ತು ಅಷ್ಟೇ ರೇಡಿಯಂ B ಹಾಗೂ ರೇಡಿಯಂ C ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿಚ್ಛಿದ್ರಗೊಳ್ಳುವಾಗ ನೀಡುವ ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ೧೯೭೧ ರ ವರೆಗೆ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲೂ ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳ ಸುರಕ್ಷಾಮಿತಿ ೧ ಕಾರ್ಯ ಮಟ್ಟವೆಂದಿತ್ತು. ಈಗ ಅದು ೪ ಕಾರ್ಯಮಟ್ಟಕ್ಕಿಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ಕಾರ್ಯಮಟ್ಟವನ್ನು ಕಾರ್ಮಿಕರು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಗುವ ಕಾಲಾವಧಿಯೊಂದಿಗೆ ಗುಣಿಸಿದರೆ ಅವರು ತುತ್ತಾಗಿರುವ ಒಟ್ಟು ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನರಿಯಬಹುದು. ಇದನ್ನು Working Level Month (WLM) ಅಥವಾ ಕಾರ್ಯ ಮಟ್ಟಮಾಸ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸಿಲಿಕಾಕಣಗಳ ಸುರಕ್ಷಾ ಮಿತಿ ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಿಲಿಕಾದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಿಲಿಕಾದ ಪ್ರಮಾಣ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ೪೫% ಆದರೆ ಸುರಕ್ಷಾಮಿತಿ ಗಾಳಿಯ ಲೀಟರೊಂದರಲ್ಲಿ ೧,೭೫,೦೦೦ ಶ್ವಾಸ್ಯಕಣಗಳು. ಶ್ವಾಸಕಣಗಳೆಂದರೆ ೦.೫ micron ನಿಂದ ೫ micron ಗಾತ್ರದ ವರೆಗಿನ ಕಣಗಳು.

ವಿಕಿರಣಜನ್ಯ ಪರಿಣಾಮಗಳೆಲ್ಲವೂ ಕಾಲಾವಲಂಬಿಗಳಾದುದರಿಂದ, ಸುರಕ್ಷಾಮಿತಿಯೊಂದಿಗೆ ಕಾರ್ಮಿಕರು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಗುವ ಕಾಲವನ್ನೂ ಗಮನದಲ್ಲಿಡಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಅಧಿಕ ಕಾಲವೂ, ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಅಲ್ಪಕಾಲವೂ ಕಾರ್ಮಿಕರು ಗುರಿಯಾಗಬಹುದು. ಆರೋಗ್ಯ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಈ ಎಲ್ಲಾ ಅಂಶಗಳಿಗೂ ಸೂಕ್ತವಾದ ಗಮನ ಕೊಟ್ಟು ಗನಿಯ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೆ ಸುರಕ್ಷಾ ಮಟ್ಟಗಳನ್ನೂ, ನಿಯಂತ್ರಣ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ ಆಗಿಂದಾಗ ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ.

ಮಾಪನ ವಿಧಾನಗಳು :

ಕಾರ್ಮಿಕರ ಆರೋಗ್ಯದ ರಕ್ಷಣೆಗೋಸ್ಕರ ಆರೋಗ್ಯಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಗನಿಗಳೊಳಗೆ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿಯ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಹಾಗೂ ಇತರ ಕಲ್ಮಶಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯ ಗಾಮಾಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಗೀಗರ್ ಮುಲ್ಲರ್ ಸಾಧನದಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಳೆಯಬಹುದು. ಇತರ ಕಲ್ಮಶಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನಳೆಯಲು, ಮೊದಲು ಗಾಳಿಯ ನಮೂನೆ (Sample) ಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ನಂತರ ಅವುಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬೇಕು. ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನಳೆಯಲು ನಮೂನೆಯನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ಗಾಜಿನ ಪಾತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪಾತ್ರೆಗಳ ಒಳಭಾಗವನ್ನು Zinc sulphide ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತದಿಂದ ಲೇಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ರೇಡಾನ್ ಹಾಗೂ ಅದರ ವಂಶಜಗಳು ಸೂಸುವ ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳು ಈ ಸಂಯುಕ್ತದೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆತಾಗ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಜ್ಯೋತಿಕಣಗಳನ್ನು (Photons) ಜ್ಯೋತಿವರ್ಧಕ (photomultiplier) ಮತ್ತು ಇತರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಸಾಧನಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಎಣಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ದೊರೆಯುವ ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ರೇಡಾನಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಗಣಿಸಬಹುದು.

ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನಳೆಯಲು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಧೂಳು ಹಾಗೂ ಅದರೊಡನಿರುವ ವಂಶಜಾಣುಗಳನ್ನು ಶೋಧಕ ಪತ್ರ (filter paper)ಗಳ ಮೇಲೆ ಚಿಕ್ಕ ಪಂಪುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ರೇಡಾನ್ ವಂಶಜಗಳಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಉಪರೋಕ್ತ ವಿಧಾನದಿಂದ ಎಣಿಸಬಹುದು. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿಯ ಸಿಲಿಕಾ ಕಣಗಳನ್ನೆಣಿಸಲು ಗಾಳಿಯ ನಮೂನೆಯನ್ನು ಪಂಪಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಹರಿಸಬೇಕು. ಆಗ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಧೂಳಿಕಣಗಳು ಜಲಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದಿಡಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ಧೂಳಿ ಕಣಗಳನ್ನು ನಂತರ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಎಣಿಸಬಹುದು.

ನಿಯಂತ್ರಣ ವಿಧಿಗಳು :

ಕಾರ್ಮಿಕರು ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಿಂತರಾಗಿ ನಿರ್ಭೀತರಾಗಿ ದುಡಿಯಬೇಕಾದರೆ ಅಲ್ಲಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಶುದ್ಧವಾಗಿಡಬೇಕಾದುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಬಾಹ್ಯ ಗಾಮಾಕ್ಷೇತ್ರವಂತೂ ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಪ್ರಮಾಣ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಯೆಯೇ ಏಳುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಅಂಶ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಬಾಹ್ಯ ಗಾಮಾಕ್ಷೇತ್ರವು ಗಮನೀಯವಾಗಬಹುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಸುರಕ್ಷಾಮಿತಿಯನ್ನೂ ಮೀರಬಹುದು. ಆಗ ಕೆಲಸದ ಅವಧಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವದೊಂದೇ ದಾರಿ. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್ ಹಾಗೂ ಅದರ ವಂಶಜಗಳ ಮಟ್ಟ ಹಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂನ ಪ್ರಮಾಣ, ಅದುರಿನ ಸ್ವರೂಪ, ಒಡೆದ ಅದುರಿನ ಖಂಡಗಳ ಗಾತ್ರ, ಅದುರಿನೊಳಗಿಂದ ಹರಿದುಬರುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣ, ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇತ್ಯಾದಿ. ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ವಂಶಜಗಳನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡಲು ಉತ್ತಮ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಒಂದು ಸುಲಭೋಪಾಯ. ಯಾವುದೇ ಕಾರಣದಿಂದ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ತಡೆಯುಂಟಾದರೆ ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ವಂಶಜಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಗನಿಯೊಳಗೆ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ತಡೆ ಬಾರದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವದು ಅವಶ್ಯ; ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ರಜಾದಿನಗಳಲ್ಲೂ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವದು ರೂಢಿ. ಸುಬದ್ಧವಾದ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ವಂಶಜಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಸಿಲಿಕಾ ಮುಂತಾದ ಕಲ್ಮಶಗಳನ್ನೂ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡಲು ಸಹಾಯಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲವನ್ನು ಅದುರಿನ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಹವಾ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಪಸರಿಸುವದನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವದು, ಅದನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವ ಮತ್ತೊಂದು ಉಪಾಯ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಡೆದ ಅದುರಿನ ಖಂಡಗಳನ್ನೂ, ಗನಿಯೊಳಗೆ ಶೇಖರಿಸುವ ನೀರನ್ನೂ ಆದಷ್ಟು ಬೇಗನೆ ಗನಿಯ ಹೊರಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರಬೇಕು. ಬೈರಿಗೆ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವದು ಮತ್ತು ಒಡೆದ ಅದುರನ್ನು ಯಾವತ್ತೂ ಒದ್ದೆಯಾಗಿರಿಸುವುದು, ಸಿಲಿಕಾಕಣಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಪಸರಿಸದಂತೆ ಮಾಡುವದಕ್ಕೆ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಉಪಾಯ.

ಉಪಸಂಹಾರ :

ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದಂತೆಯೇ ಪ್ರಕೃತಿಲಭ್ಯ ಥೋರಿಯಂ ಲೋಹವನ್ನೂ ಪರಮಾಣು ಖನಿಜವೆಂದೇ

ಬಗೆಯಬಹುದು. ಥೋರಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ವಿಕಿರಣಜನ್ಯ ಅನಿಲಗಳು ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ಅಪಾಯಗಳಿಂದ ಬೇರೆಯಲ್ಲ. ಅಲ್ಲೂ ರೇಡಾನಿನ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಾದ ಥೋರಾನ್ (ರೇಡಾನ್-೨೨೦) ಅನಿಲ ಮತ್ತು ಅದರ ವಂಶಜಗಳು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಮಲಿನಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂತೆಯೇ ಥೋರಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲೂ ಅನುಸರಿಸಬೇಕಾದ ಸುರಕ್ಷಾ ಪದ್ಧತಿಗಳು ಇದುವರೆಗೆ ವಿವರಿಸಿದ ಪದ್ಧತಿಗಳಿಂದ ಬೇರೆಯಲ್ಲ. ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಥೋರಿಯಂನ ಭೂಗರ್ಭ ಗನಿಗಳು ಹೆಚ್ಚಿಲ್ಲ. ಪ್ರಪಂಚದ ಒಟ್ಟು ಥೋರಿಯಂ ನಿಕ್ಷೇಪಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲೇ ಅಧಿಕಾಂಶವಿದ್ದರೂ, ಅದು ಪಶ್ಚಿಮ ಕರಾವಳಿಯಲ್ಲಿ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲೇ ಇದ್ದು ಥೋರಾನ್ ಮತ್ತು ವಂಶಜಗಳ ಅಪಾಯ ಗಣನೀಯವಿಲ್ಲ.

ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಮಿಕನು ವೃತ್ತಿರೋಗವಾದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಬಲಿಯಾದುದು ಪ್ರಾಯಶಃ ಮಧ್ಯಯುರೋಪ್ ಹಾಗೂ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ. ಮಧ್ಯಯುರೋಪದ ಅಂದಿನ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ತೃಪ್ತಿಕರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ; ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ವಂಶಜಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ಯಾರೂ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ ದಾಖಲೆಗಳಿಲ್ಲ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಅಂದಿನ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ವಂಶಜಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಈಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ನೂರಾರು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲೂ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪ್ರಕಟವಾದ ವರದಿಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಹಲವಾರು ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಯ ಕಾರ್ಮಿಕರು ಶ್ವಾಸೇಂದ್ರಿಯದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಅಸು ನೀಗಿರುವರೆಂಬ ವಿವರ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಇವರ ಸಂಖ್ಯೆ ಸುಮಾರು ೧೬೦ ಇರಬಹುದೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈಗೆರಡು ದಶಕಗಳಿಂದ ಅಮೇರಿಕದ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ವಂಶಜಗಳ ಮಟ್ಟಗಳನ್ನಳತೆಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಲಭ್ಯವಾಗಿರುವ ದಾಖಲೆಗಳು ಹಾಗೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಕಾರಣ ಮೃತ ಹೊಂದಿದವರ ವಿವರಗಳಿಂದ ವಿಕಿರಣಮಟ್ಟಕ್ಕೂ ಅದರ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸುವ ಯತ್ನ ನಡೆದಿದೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲೂ ಸುಮಾರು ೧೦-೧೫ ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಯುರೇನಿಯಂ ಗನಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ನಡೆದಿದ್ದರೂ ಇದುವರೆಗೆ ಯಾವ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗದ ಸಂಭವವೂ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿಲ್ಲ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಬರಲಾರದು. ಯಾಕೆಂದರೆ ನಮ್ಮ ಗನಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸರಾಸರಿ ವಿಕಿರಣಮಟ್ಟ ಅಮೇರಿಕದ ಗನಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಕಡಿಮೆ. ಹೇಗಿದ್ದರೂ ತೃಪ್ತಿಗೆಡೆಯಿತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಣ ಯತ್ನವನ್ನು ಕೈಬಿಡುವುದು ಸಲ್ಲದು. ಸದಾ ಜಾಗರೂಕರಾಗಿರುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ.

* * *

ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯುವಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಜಾಗೃತಿ

● ಜಿ. ಬಾಲಚಂದ್ರ

ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ :

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಕೈಗಾರಿಕೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಕಳೆದ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಪ್ರಶಂಸನೀಯವಾಗಿದೆ. ೧೯೭೧ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೨೪ಸಾವಿರ ಮೆಗಾವ್ಯಾಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ೧೨೦ ವಿವಿಧ ಅಣುಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಇದ್ದವು. ಶೀಘ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ಈ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ದ್ವಿಗುಣಿತಗೊಳ್ಳುವದರಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಜಲ, ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ದ್ರವ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಶೀತಕಗಳಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಈ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಶೀತಕಗಳ ಸಂಪರ್ಕವಿರುವದರಿಂದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯುವದರಿಂದಲೂ ಮತ್ತಿತರ ಕಾರಣಗಳಿಂದಲೂ ವಸ್ತುಗಳು ಕ್ಷೀಣಿಸುವದುಂಟು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಜೀವಮಾನ ೪೦ ವರ್ಷಗಳ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿರುವದರಿಂದ ಅವುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ವಸ್ತುಗಳು ದೃಢವಾಗಿರುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ.

ಹತ್ತು ವರ್ಷ ಈ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಅನುಭವದಿಂದ ಈ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಶೀತಕಗಳಿಗೂ ಪರಸ್ಪರ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಕುರಿತು ತಿಳುವಳಿಕೆ ಆಗಿದೆ. ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ (Boiling Water Reactor : B.W.R.) ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ ಜಲದ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ (Pressurised Water Reactor : P.W.R.)ಗಳಲ್ಲಿ ಶೀತಕವಾಗಿ ಜಲ, ಅನಿಲದಿಂದ ತಂಪುಗೊಳಿಸುವ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ (ಅಂಗಾರಾಮ್ಲ ವಾಯು) ಅಥವಾ ಹೀಲಿಯಂ, ದ್ರವಲೋಹದಿಂದ ತಂಪುಗೊಳಿಸುವ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಲೋಹಗಳನ್ನು ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರುವದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳ ವರ್ತನೆ ಶೀತಕದಲ್ಲಿಯ ಕಲ್ಮಶಗಳಿಂದಲೂ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಬಲ ಅಥವಾ ಶುದ್ಧೀಕರಣದ ಲೋಪದೋಷಗಳಿಂದಲೂ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಜಲದಿಂದ ತಂಪುಗೊಳಿಸುವ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ವಿಷಯವಾಗಿ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗುವುದು.

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾದ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನಾ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಮುಂಬಯಿಗೆ ೯೦ ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರತೀರದ ಮೇಲೆ ತಾರಾಪುರದಲ್ಲಿದೆ. ಇದು ಜನರಲ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಕಂಪನಿಯವರಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾದ **B.W.R.** ನಮೂನೆ. ಇದರಲ್ಲಿಯ ಎರಡು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ೨೦೦ ಮೆಗಾವ್ಯಾಟ್ (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್) ಉತ್ಪಾದನಾ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳದ್ದು. ರಾಜಸ್ಥಾನದ ಕೋಟಾ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ರಾಣಾಪ್ರತಾಪ ಸಾಗರ ಆಣೆಕಟ್ಟಿನ ತೀರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ನಮ್ಮ ದೇಶ ಮತ್ತು ಕೆನಡಾದ ಸಹಕಾರದಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿವೆ. ಇವು ಒಂದೊಂದು ೨೦೦ ಮೆಗಾವ್ಯಾಟ್ ಉತ್ಪಾದನಾಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವು. ಇದರ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಪ್ರಸ್ತುತ ೫೦ ಮೆಗಾವ್ಯಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟು ಉತ್ಪಾದನಾಮಟ್ಟ ಹೊಂದಿದೆ. ಇವುಗಳು **P.W.R.** ತರಹದವು. ಮುಂದೆ ಬರಲಿರುವ ಮದ್ರಾಸಿನ ಹತ್ತಿರದ 'ಕಲ್ಪಾಕಮ್'ನ ಇನ್ನೂರು ಮೆಗಾವ್ಯಾಟ್ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಎರಡು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳೂ ಮತ್ತು ಆಗ್ರಾ ಹತ್ತಿರ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗುವ ನರೋರಾ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳೂ ರಾಜಸ್ಥಾನಿನಂತಹವೇ. ಆದರೆ ಕಲ್ಪಾಕಮ್ ಮತ್ತು ನರೋರಾ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞರಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲ್ಪಡುವದು ಪ್ರಶಂಸನೀಯವಾದದ್ದು.

ಜಲಶೀತಕ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳು :

ಈ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಥರ್ಮಲ್ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ನಡೆಯುವವು. ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಸ್ಟೀಲು ಅಥವಾ ನಿಕ್ಕಲಿನ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳಿಗೆ ನೀರು ಮತ್ತು ಹವೆಯಲ್ಲಿ ತುಕ್ಕುಹಿಡಿಯುವದಿಲ್ಲವಾದರೂ ಅವನ್ನು ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಗರ್ಭಸ್ಥಾನ (Core) ದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವದಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಿಯೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಅತಿಶಯವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸ್ವೀಕರಣ ಶಕ್ತಿ. ಇದರಿಂದ ಬೆಲೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಧಿಕವಾದರೂ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸ್ವೀಕರಣಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆಯಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ತುಕ್ಕುಹಿಡಿಯುವದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದಲೂ ಜಿರ್ಕೋಲಾಯ್ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡ್ ತುಂಬಿದ ಕೊಳವೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರಿಗೂ(B.W.R.), ಒತ್ತಡವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ನೀರಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರಿಗೂ(P.W.R.)ಮುಖ್ಯವಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನೆಂದರೆ, ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ೦.೩ ppm (ppm: parts per million) ದಷ್ಟು ಆಮ್ಲಜನಕ ಇರುವದಾದರೆ ಒತ್ತಡವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ನೀರಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಸೇರಿಸುವದರಿಂದ ೦.೧ ppm ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ೩೨೫°F ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದು. ಕೊಳವೆಗಳಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ಲೋಪವಿದ್ದರೂ, ಉಂಟಾದರೂ, ಯುರೇನಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡಿಗೆ ನೀರಿನ ಸಂಪರ್ಕವುಂಟಾಗುವ ಸಂಭವವಿರುವದರಿಂದ ಕೊಳವೆಗಳು ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಕಾರ್ಯಭರಣದಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾಗಿ ಪ್ರವರ್ತಿಸಬೇಕು. ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣಾಂಶವಿರುವ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕೊಳವೆಗಳಿಗಾಗಿ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಉಪಯೋಗಿಸುವದುಂಟು.

ಜಿರ್ಕೋನಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು :

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಜಿರ್ಕೋಲಾಯಿ-೨ ಕೊಳವೆಗಳಿಗೋಸ್ಕರ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವಲ್ಲದೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಜಿರ್ಕೋಲಾಯಿ-೪ನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿವೆಯೆಂದು ಪರಿಶೀಲಿಸಲಾಗಿದೆ. ಜಿರ್ಕೋಲಾಯಿ-೨ರ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯದಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಅದರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ, ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಮತ್ತು ನಿಕ್ಕಲ್ಲಿನ ಪರಸ್ಪರ ಸಮ್ಮಿಲನದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸರಿಯಾದ ಹಂಚಿಕೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣಾಂಶ ನೀರಿನಲ್ಲಿ, ಉಗಿಯಲ್ಲಿಯೂ (Steam) ಜಿರ್ಕೋಲಾಯಿ-೨ರ ಮೇಲೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಹೊದಿಕೆಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಗತಿ, ಉಷ್ಣಾಂಶದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. **B.W.R.** ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಆಮ್ಲಜನಕಾವೃತಿ ಇರುವದರಿಂದ **P.W.R.** ಗಿಂತಲೂ ಜಿರ್ಕೋಲಾಯಿ-೨ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯುವುದು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಆದರೆ ಅದು ಜಲಜನಕವನ್ನು ಹಿಡಿಯುವುದು ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕ ಸ್ವೀಕಾರವು ಜಂಗುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೇಲೂ ಮತ್ತು ಆಕ್ಸೈಡ್ ರಚನೆಯ ಮೇಲೂ ಆಧಾರಗೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಕೊನೆಯದಾಗಿ ಜಿರ್ಕೋಲಾಯ್‌ದಲ್ಲಿನ ಜಲಜನಕದಿಂದ ಅದು ಪೆಳುಸು ಆಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಕೊಳವೆಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ರೀತಿಯು ಜಿರ್ಕೋಲಾಯಿದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಹೈಡ್ರೈಡಿನ ರಚನೆಯ ಪ್ರಭಾವವಿರುವದಾಗಿದೆ. ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿರುವ, ತಯಾರಿಸಿದ ಕೊಳವೆಯ ಶುದ್ಧೀಕರಣದಲ್ಲಿಯ ಲೋಪದೋಷಗಳಿಂದ ಕೆಲವು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಕೊಳವೆಗಳು ತ್ವರಿತವಾಗಿ

ಸಹಿಸಿವೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಕೊಳವೆಗಳಿಗೂ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತಿತರ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಪರಸ್ಪರ ಉಜ್ಜುವಿಕೆಯುಂಟಾಗುವುದರಿಂದ(fretting corrosion)ಕೊಳವೆಗಳು ಕ್ಷೀಣಿಸಿದ ಸನ್ನಿವೇಶವುಂಟು.

ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕು ಮತ್ತು ನಿಕ್ಕಲ್ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು:

ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಇಲ್ಲದಿರುವ ಸ್ವಚ್ಛವಾದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕನ್ನು ನಿರ್ಭಯವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಭರವಸೆಯ ದೆಶೆಯಿಂದ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೂ ಕೆಲವು ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಅವು ಪ್ರತಿಬಲ ಮತ್ತು ತುಕ್ಕಿನ ಉಭಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಬಿರುಕು ಬಿಟ್ಟಿವೆ. ಈ ಬಿರುಕುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಮಧ್ಯಕಣಮಯ (Intergranular) ವಾಗಿದ್ದು, ಅವು ನೀರಿನ ಸಂಪರ್ಕ ಇರುವ ಕಡೆಯಿಂದ ತೋರಿಬರುವವು. ಈ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಸ್ಥಿತಿ (Sensitization) ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಾತಾವರಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವದರಿಂದ P.W.R. ನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಕಾರಣವನ್ನು ಇನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿಲ್ಲ. ಪ್ರತಿಬಲ (Stress) ಮತ್ತು ತುಕ್ಕಿನ ಪರಿಣಾಮ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಒತ್ತಡದ ಪಾತ್ರೆ(Pressure Vessel)— ಇದರೊಳಗೆ ನೀರು ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡು ಇರುವ ಕೊಳವೆಗಳು, ಮತ್ತಿತರ ಸಾಮಾನುಗಳ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವುದು) ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಂಭವಿಸುವದನ್ನು ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆಯಿಸ್ಟರ್ ಕ್ರೀಕ್ (Oyster Creek) ಮತ್ತು ತಾರಾಪುರ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ (ಎರಡೂ B.W.R.)ಒತ್ತಡದ ಪಾತ್ರೆಯ ತಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಕೊಳವೆಗಳ ಬೆಸುಗೆಯ ಸಮೀಪದಲ್ಲೂ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ನಿರ್ಮಾಣದ ಆರಂಭದಲ್ಲೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಬಿರುಕುಗಳು ಕಂಡುಬಂದವು. ಇದಲ್ಲದೆ ಹವೆ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಸಂಪುಟದ ಕೊಳವೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಿಸಿತು. ಒತ್ತಡದ ಪಾತ್ರೆಯೂ ಉಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಅದರಮೇಲೆ ಸ್ಟೇನಲೆಸ್ ಉಕ್ಕಿನ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವುದು.

ಇಂತಹ ಬಿರುಕುಗಳು ಉಂಟಾಗುವದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಉಷ್ಣಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಿಂದ ಈ ಭಾಗ ಮತ್ತು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಸ್ಥಿತಿ ಉಂಟಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಶುದ್ಧಗೊಳಿಸುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಶುದ್ಧಗೊಳಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗದ ದ್ರಾವಕದಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕುಗಳನ್ನು ೪೦೦–೯೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾನದಲ್ಲಿಟ್ಟು ತಂಗಿಸುವದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟಾಗುವದಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಸ್ಥಿತಿ (Sensitization) ಅನ್ನುವರು. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯ ನೀರು ದ್ವಿತೀಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆರೆಯುವುದು ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಅನೇಕ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವದು. ಇದರಿಂದ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಗುರುಜಲ (Heavy water) ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆರೆಯುವದರಿಂದ ಗುರುಜಲ ನಷ್ಟವಾಗುವದು. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವದಕ್ಕೆ ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕಿನ ಬದಲಾಗಿ ಇನ್‌ಕೊನೆಲ್–೬೦೦ (Inconel–೬೦೦) ಮತ್ತು ಇನ್‌ಕೊಲಾಯ್–೮೦೦(Incoloy) ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಿಕ್ಕಲ್ ಇರುವ ಇನ್‌ಕೊನೆಲ್ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರತಿಬಲ ಮತ್ತು ತುಕ್ಕುಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಬಿರುಕು ಬಿಡಲಿಕ್ಕೆ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲವೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆಯಾದರೂ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್‌ಕೊನೆಲ್ ಕ್ಷೀಣಿಸುವದನ್ನು ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದು ವಿಶೇಷ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಫ್ರೆಂಚ್ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ಕಂಡುಬಂದ ನ್ಯೂನತೆಗಳಿಗೂ ಅಮೇರಿಕನ್ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವದರಿಂದ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಕೊನೆಯ ನಿರ್ಧಾರವಾಗಿಲ್ಲ.

ಕೆಲವು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊನೆಲ್–೪೦೦ (Monel–೪೦೦) ಕೊಳವೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರ ಉದ್ದೇಶ ಮೊನೆಲ್ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ತುಕ್ಕು ಸಮ್ಮಿಳನದ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುವದಿಲ್ಲವೆಂದು. ಆದರೆ ಇತ್ತೀಚಿನ ಅನುಭವಗಳಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯುವದರ ಫಲವಾಗಿ ಕೋಬಾಲ್ಟ–೬೦ (Cobalt–೬೦) ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮಿಶ್ರವಾಗಿ ಒಳಗಿನ ಎಲ್ಲ ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಹರಡಿ ಅಂತಹ ಜಾಗೆಗಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯರು ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಅಸಾನುಕೂಲ ಉಂಟಾಗುವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಉದ್ಭವಿಸಿದೆ. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ ಇನ್‌ಕೊನೆಲ್‌ನ್ನು ಮೊನೆಲ್‌ನ ಬದಲಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವದನ್ನು ಯೋಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಕ್ಕು, ಕನಿಷ್ಠ ಸಂಖ್ಯೆ ಧಾತುಗಳು ಉಳ್ಳ ಉಕ್ಕು ಮತ್ತು ತಾಮ್ರದ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು :

ಉಕ್ಕಿನ ತುಕ್ಕುಹಿಡಿಯುವ ಸ್ಥಿತಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೀರಿನ ಜಲಜನಕದ ಅಯಾಣುವಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು (PH) ಅನುಸರಿಸಿ ಇದರ ಮಟ್ಟ ೧೦.೫–೧೧.೫ ರಲ್ಲಿ ಇದ್ದರೆ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿರಬಹುದು. B.W.R. ನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದು. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಉಕ್ಕಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಹೊರವಲಯದಲ್ಲಿನ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ತಾಮ್ರದ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ರಿಯಾಕ್ಟರಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ನೀರನ್ನು ಕಾಯಿಸುವ ಕೊಳವೆಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವದರಿಂದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತಾಮ್ರದ ಪ್ರಮಾಣ ಅಧಿಕಗೊಳ್ಳುವುದುಂಟು. B.W.R. ನಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುವದರಿಂದ ತಾಮ್ರದ ಲೋಹಗಳಿಗೆ ತುಕ್ಕು ಅಧಿಕವಾಗಿ ಹಿಡಿಯುವುದರಿಂದಾಗಿ ತಾಮ್ರದ ಪ್ರಮಾಣ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಬಹುದು.

ಸಂಶೋಧನ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಕಮ್ಮಿ ಇರುವದರಿಂದ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಮತ್ತು ಅದರ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವದರಿಂದ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವದಿಲ್ಲ.

ಮಾರ್ಟೆನ್‌ಸೈಟಿಕ್ ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕು
(Martensitic Stainless Steel) :

ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಕ ಸಲಾಕೆಗಳನ್ನು (Control rods) ಚಲಿಸುವ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕ್ಷೀಣಿಸದೆ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಟೆನ್‌ಸೈಟಿಕ್ ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುವುದು. ಆವರಣದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಆಮ್ಲಜನಕ ಇರುವುದರಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿ ನೀರು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ (ಚಲನವಿಲ್ಲದೆ) ಇರುವುದರಿಂದಲೂ ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ತುಕ್ಕಿನ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುವುದುಂಟು. ಕೆಲವುಕಡೆ ಈ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ IZ–೪ ಪಿ. ಎಚ್. ಉಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಬಿರುಕು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ಬಿರುಕುಗಳು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕವಿರುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯಕಣಮಯ (Inter granular) ಮತ್ತು ಅಧಿಕ ಜಲಜನಕದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪಿಪಕ್ಷ ಕಣಮಯ (Trans granular) ಆಗಿ ಕಂಡುಬರುವದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಮೊದಲನೆಯದರಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಜಂಗಿನ ಪರಿಣಾಮ, ಎರಡನೆಯದರಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕ, ಹೀಗೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಸಮುದ್ರ ನೀರಿನ ಪರಿಣಾಮ :

ಸಮುದ್ರ ತೀರದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನ ಹೊರವಲಯದಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣವಿನಿಮಯಕಗಳ (Heat exchangers) ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ, ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರದ ನೀರನ್ನು ಶೀತಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಿಂದ ಅನೇಕ ಲೋಹ ಮತ್ತು ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳಿಗೆ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕ್ಷಾರವಿಲ್ಲದೆ ಹಿಟ್ಟಿನಂತಿರುವ ಮಣ್ಣು, ಮರಳು, ಮತ್ತಿತರ ಕಲ್ಮಶಗಳ ದೆಶೆಯಿಂದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ತುಕ್ಕು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಹಿಡಿಯುವುದು. ಸಮುದ್ರದ ನೀರನ್ನು ಕೊಳವೆಗಳ ಮೂಲಕ ಪಂಪುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪ್ರವಹಿಸಲಾಗುವುದು. ಈ ಪಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಿಂದ ತುಕ್ಕುಹಿಡಿಯುವದರ ಪರಿಣಾಮ ಅತಿ ಸ್ವಲ್ಪವಾಗಿರುವ ಆವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ. ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಿಂದ ಅತಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹಾನಿ ಉಂಟಾಗುವ ಮೊನೆಲ್ ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕು, ಕೆಲವು ತಾಮ್ರ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಈ ಪಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದುಂಟು. ನೀರಿನ ಸರಬರಾಜಿಗೆ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕೊಳವೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವದರಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಿಂದ ತುಕ್ಕುಹಿಡಿಯುವದನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಅದರೊಳಗಿನ ಭಾಗಕ್ಕೆ ರಬ್ಬರು ಅಥವಾ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಹೊದಿಕೆ ಇರಬೇಕು. ನೀರಿನಲ್ಲಿಯ ಮಣ್ಣು, ಮರಳು ಪಂಪಿನೊಳಗೆ ವಸ್ತುಗಳೊಡನೆ ಘರ್ಷಿಸುವುದರಿಂದ ವಸ್ತುಗಳು ಕ್ಷೀಣಿಸುವವು. ದ್ವಿವಿಧ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳ ಜೋಡಣೆ ಇರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹಳ್ಳಗಳು ಉಂಟಾಗುವವು. ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳ ಆಯ್ಕೆಯಿಂದ ಇದನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಬಹುದು. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸಮುದ್ರದ ನೀರು ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಈ ಪಂಪುಗಳ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಕ್ಷೀಣಿಸಿ ಅವುಗಳ ಒಳಗಿನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ನೀರು

ಹರಿಯುವ ತಾಮ್ರದ ಮಿಶ್ರಲೋಹ ಕೊಳವೆಗಳಿಗೆ ಹಾನಿ ಉಂಟಾಗಿ ಸಮುದ್ರದ ನೀರು ಸ್ವಚ್ಛನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮಿಶ್ರಿತವಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು.

ಸಂಕ್ಷೇಪಣೆ :

ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿನ ಅತಿ ಸ್ವಚ್ಛವಾದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಯಾವ ಬಾಧೆಯೂ ಇಲ್ಲವೆ ಅವು ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಲ ಕ್ಷೀಣಿಸದೆ ಇರುವವೆಂದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ತಿಳುವಳಿಕೆ. ಆದರೆ ಇಂಥ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಕೆಯ ಲೋಪದೋಷಗಳಿಂದಲೂ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಆಮ್ಲಜನಕದಿಂದಲೂ ಮತ್ತಿತರ ಕಾರಣಗಳಿಂದಲೂ ಹಾನಿ ಉಂಟಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಇಂಥ ಹಾನಿ **B.W.R.** ಮತ್ತು **P.W.R.** ನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದು. ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯುವದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನಾ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ಪದೇ ಪದೇ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅದರಿಂದ ಅಧಿಕ ಕಷ್ಟನಷ್ಟಗಳುಂಟಾಗುವವು. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕಳೆದ ೧೦ ವರ್ಷಗಳ ಅನುಭವದಿಂದ ಅರಿತು ಮುಂದಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹಾಗೂ ಈ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಂಜಸವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಮ್ಮ ಪರಿಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

* * *

ವಿಕಿರಣಗಳು: ದುಷ್ಪರಿಣಾಮ ಮತ್ತು ಸಂರಕ್ಷಣೆ

● ಮಧುಕರ ಮುತಾಲಿಕ ದೇಸಾಯಿ
● ಕಾ. ನ. ಕೀರ್ತಿ

ಪೀಠಿಕೆ :

ದ್ವಿತೀಯ ಜಾಗತಿಕ ಮಹಾಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಹೋರಾಡಿದ ಪ್ರಧಾನ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಾದ ಇಂಗ್ಲಂಡ, ಅಮೇರಿಕಾ, ಜರ್ಮನಿ ಹಾಗೂ ರಶಿಯ ದೇಶಗಳು ಯುದ್ಧಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಅನೇಕ ಮಹಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು ಪರಮಾಣುಬಾಂಬು. ಹತ್ತೊಂಭತ್ತುನೂರಾ ನಾಲ್ವತ್ತೈದರ ಅಗಷ್ಟ ಮೊದಲನೆಯ ವಾರದಲ್ಲಿ ಈ ಭಯಂಕರ ಅಸ್ತ್ರವನ್ನು ಅಮೇರಿಕೆಯು ಜಪಾನಿನ ಹಿರೋಶಿಮಾ ನಾಗಾಸಾಕಿಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿತು. ಇದರಿಂದಾದ ಅವರ್ಣನೀಯ ಕಷ್ಟನಷ್ಟಗಳು ಸರ್ವವಿದಿತವಾಗಿವೆ. ಬಾಂಬಿಗೆ ಗುರಿಯಾದ ನಗರದ ಬಹುಭಾಗಗಳು ನೆಲಸಮವಾದವು. ನಗರವಾಸಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವರೇ ಬದುಕಿ ಉಳಿದರು. ಈ ಬಾಂಬಿನ ಸಿಡಿತದಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ವಿಕಿರಣಗಳ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳು ಆ ನಗರಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಿಳ್ಳೆಯೂ ಬದುಕದಂತೆ, ಎಲ್ಲರೂ ಹತರಾಗಿದ್ದರೇ ಚೆನ್ನಾಗಿರುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದೆನ್ನಿಸುವಂತೆ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಕಣ್ಮುಟ್ಟ ಪ್ರಮಾಣಿಸಿ ತೋರಿಸಿತು.

ಈ ವಿಕಿರಣಗಳ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳು ಈ ಬಾಂಬಿನ ಸಿಡಿತಕ್ಕಿಂತ ಮೊದಲು ಗೊತ್ತಿರದಿರಲಿಲ್ಲ. ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಬಳಕೆ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಉಪಚಾರದಲ್ಲಿ ಬಂದ ಕೆಲವೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದರಿಂದಾಗುವ ಹಾನಿಯ ಪರಿಚಯು ಆಗಿತ್ತು. ಇದರಂತೆಯೇ ಇತರ ವಿಕಿರಣಗಳು ಮಾನವನ ಶರೀರಕ್ಕೆ ಹಾನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ನಿಧಾನವಾಗಿಯಾದರೂ ತಿಳಿದು ಬಂದಿತ್ತು. ಹಲವಾರು ಪ್ರಮುಖ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಸಾವು ಈ ವಿಕಿರಣಗಳ ಮೂಲವೆಂದು ಪ್ರಚುರಪಡಿಸಿದಾಗ ಇವುಗಳ ನೇರ ಸಂಪರ್ಕವಿದ್ದವರಿಗೆ ಅದರ ಹಾನಿಕಾರಕ ಗುಣದ ಪರಿಚಯುವಾಯಿತು. ವಿಕಿರಣಗಳ ಕ್ಷೋಭೆಯ ಒಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಬಲಿ, ಈ ವಿಕಿರಣ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಜನಕಳೆನ್ನಬಹುದಾದ ಮೇರಿ ಕ್ಯೂರಿಯೇ ಸರಿ. ಆದರೂ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನತೆಗೆ ಈ ವಿಕಿರಣಗಳ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಕಣ್ಮುಟ್ಟ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟದ್ದು 'ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬು'. ಈ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳ ನಿವಾರಣೆಯ ಮೊದಲ ಹಂತ ಅವುಗಳ ಇರುವಿಕೆ ಮತ್ತು ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಗಳ ಅಳೆಯುವಿಕೆ. ಈ ಪರಮಾಣು ವಿಕಿರಣಗಳ ಅಗೋಚರ ಸ್ಥಿತಿಯೇ ಅವುಗಳ ಹಾನಿ ನಿವಾರಣ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ತೊಡಕಾಗಿದೆ.

ವಿಕಿರಣ ಮೂಲಗಳು :

ಮಾನವನು ಸದಾ ಗುರಿಯಾಗುವ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಹಾಗೂ ಕೃತ್ರಿಮ ಮೂಲಗಳೆಂದು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

. ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮೂಲಗಳು: ವಿಶ್ವವಿಕಿರಣಗಳು, ಭೂಜನ್ಯ ವಿಕಿರಣಗಳು, ಮಾನವ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾದ ಪೊಟ್ಯಾಶಿಯಂ-೪೦, ಇಂಗಾಲ-೧೪ ಮುಂತಾದವು, ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲದ ಸ್ವಯಂ ಸ್ಫೋಟಕಗಳಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿಕಿರಣಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ.

ಕೃತ್ರಿಮ ಮೂಲಗಳು: ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳು, ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು, ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್, ವ್ಯಾನ್‌ಡಿಗ್ರಾಫ ಉತ್ಪಾದಕಗಳು, ವಿವಿಧ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ. ಅಲ್ಲದೆ ಪರಮಾಣು ಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದುಂಟಾಗುವ ಧೂಳಿಕಣಗಳು ಹಾಗೂ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಪರಮಾಣು ಘಟನೆಗಳು.

ಪರಿಣಾಮಗಳು :

ಗಮನಾರ್ಹವಲ್ಲದಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಈಡಾದರೂ ಹಾನಿ ಇದ್ದೇ ಇದೆ. ಕಾರಣ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೀಡಾಗುವದನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಡಬೇಕು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಶಾರೀರಿಕ ಹಾಗೂ ಆನುವಂಶಿಕ ಎಂದು ವಿಭಾಗಿಸಬಹುದು.

ಶಾರೀರಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳು : ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಗುರಿಪಟ್ಟ ಮಾನವನ ದೇಹಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಹಾನಿ ಹಾಗೂ ವಿಪತ್ತುಗಳನ್ನು ಶಾರೀರಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವ ವಾಡಿಕೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಮಾನವ ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ಬಹುಶಃ ಪರಿಹಾರವಿರದ ವಿವಿಧ ಭಯಂಕರ ರೋಗಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚು. ತತ್ಕಾಲಕ್ಕೆ ದೇಹಿಯು ದೃಢಕಾಯನಾಗಿ ತೋರಿದರೂ ಈ ವಿಕಿರಣಗಳು ಶರೀರದ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಯು ವಿಕಿರಣದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ, ಸ್ವರೂಪ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಗುರಿಯಾದ ಒಟ್ಟು ಕಾಲ, ಇವುಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ವಿಕಿರಣದ ಪರಿಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಗೋಚರ ಪರಿಣಾಮಗಳೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುವವು. ಕಡಿಮೆ ಪರಿಮಾಣದ ವಿಕಿರಣ ಪರಿಣಾಮಗಳು ನಿಧಾನವಾಗಿ ವ್ಯಕ್ತವಾಗಲು ವಾರಗಳು, ತಿಂಗಳುಗಳು, ವರ್ಷಗಳೇ ಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದ ತೀಕ್ಷ್ಣ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಗುರಿಯಾದರೆ ಒಂದೆರಡು ವಾರಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಮರಣವುಂಟಾಗಬಹುದು.

ಗೋಚರವಾಗುವ ಕೆಲವು ಪರಿಣಾಮಗಳೆಂದರೆ ಚರ್ಮ ಕೆಂಜುಗಟ್ಟುವದು, ಹುಣ್ಣಾಗುವದು, ತಲೆಗೂದಲು ಉದುರುವದು. ಗರ್ಭಪಾತ ಮುಂತಾದುವು.

೧. ರಕ್ತಶೋಭೆ

೨. ಅಲ್ಪಾಯುತನ

೩. ಕಣ್ಣುಪೊರೆ ಸ್ಥಾಪನೆ ಇತ್ಯಾದಿ ಉಂಟಾಗುವವು.

ಹೀಗೆ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಈಡಾದ ಮಾನವ ಕೆಲವೇ ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಶೀತ, ವಾಂತಿ, ನಿಶ್ಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಭೇದಿಗಳಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಾನೆ. ನಂತರ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಜ್ವರ ಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಅನುಭವಿಸಿ ಗುಣಮುಖನಾಗುತ್ತಾನೆ. ಆದರೆ ಈ ಲಕ್ಷಣ ಚಕ್ರ ಮತ್ತೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಹಸಿವು ನಾಶವಾಗಿ ಅವನು ಬಲಿಯಾಗಬಹುದು. ಕೆಲವರು ಸಂಪೂರ್ಣ ಗುಣಮುಖರಾದದ್ದೂ ಉಂಟು. ವೈದ್ಯಕೀಯ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಏನೂ ಕಂಡುಬರದಿದ್ದರೂ ಅವನ ಭವಿಷ್ಯ ಅನಿಶ್ಚಿತ. ಆದರೂ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಖಚಿತ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳು : ವಿಕಿರಣಗಳು ದೇಹದಲ್ಲಿಯ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ನಾಶಗೊಳಿಸಿ ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಬಹುದು. ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಟೋಪ್ಲಾಸ್ಮ ಎಂಬ ದ್ರವವಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಮಧ್ಯೆ ಜೀವಾಣುಕೇಂದ್ರವಿರುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಇವು ಒಡೆದು ಜೀವಾಣುಗಳು ನಾಶವಾಗಿ ರಕ್ತನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕು ರಕ್ತಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಿಯಾಗಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಕ್ಷಯರೋಗವೂ ಬರಬಹುದೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

ಯಾವುದೇ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಗುರಿಯಾದ ಮಾನವನು ಅನೇಕಸಲ ಆಜೀವ ಆರೋಗ್ಯವಂತನಾಗಿ ಬಾಳಿದರೂ ಆತನ ಮಕ್ಕಳು, ಮೊಮ್ಮಕ್ಕಳು ಇಲ್ಲವೆ ಅವರ ಮಕ್ಕಳು ಊನರಾಗಿಯೋ ಇಲ್ಲವೆ ವಿಚಿತ್ರ ವ್ಯಾಧಿಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿಯೋ ಹುಟ್ಟಿ ಬೆಳೆಯಬಹುದು. ಇದು ವಿಕಿರಣಗಳ ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿಣಾಮ.

ಜೀವಾಣುಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರೊಮೋಸೋಮು ಇರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಕ್ರೊಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ವಂಶವಾಹಿ (**gene**) ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ವಿವಿಧ ವಂಶವಾಹಿಗಳಿಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣ ಸೂಚನೆ ಇದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬಣ್ಣ, ಎತ್ತರ, ಬುದ್ಧಿಮತ್ತೆ ಮುಂತಾಗಿ ಅನೇಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲದೆ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಜೀವಾಣುಗಳು ಬೇರೆಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವು ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಆನುವಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು, ಲಿಂಗ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಮಾನವನ ಜೀವಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ವಿಕಿರಣದ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಏನನ್ನೂ ಸಿದ್ಧಮಾಡಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ನೊಣ ಹಾಗೂ ಇತರ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೇಲೆ ನಡೆದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅಷ್ಟಿಷ್ಟು ಸಂಗತಿ ಬಯಲಾಗಿವೆ. ವಿಕಿರಣಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವದಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ವಂಶವಾಹಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದ ಅಂಡಗಳು ಸರಿಯಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೂ ವಂಶವಾಹಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಮುಂದಿನ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸಂಭವ ಕಡಿಮೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿಯಾಗಿ ಜನನಾಂಗದ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮವಾಗಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಹುಟ್ಟುವ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾದ ಗುಣ, ಅಂಗಹೀನತೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಕೆಲವುವೇಳೆ ಮುಂದಿನ ಸಂತಾನ ಇಲ್ಲದೆ ಹೋಗಬಹುದು. ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಹೇಗಾಗುವವು ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿಲ್ಲ.

ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ಸಂತತಿಯ ಅಲ್ಪಾಯುತನ ಎಂದು ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈಗಿನ ತಿಳುವಳಿಕೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಸಂತತಿಯ ಅಲ್ಪಾಯುತನ ಯಾವನೊಬ್ಬನು ಗುರಿಪಟ್ಟ ಕಿರಣಗಳ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರಾಂಟಜನ್‌ಗೆ ಈಡಾಗುವವನ ವಯಸ್ಸು ಶೇ. ೦.೧ ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಆತನ ಸಂತತಿಯು ಆಯುಸ್ಸು ಶೇ. ೧೦–೧೦೦ರ ವರೆಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೀಡಾದ ಮಾನವ ಜನಾಂಗಕ್ಕೆ ಹುಟ್ಟಿದ ದೋಷಯುಕ್ತ ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಈ ಕಿರಣಗಳಿಗೀಡಾಗದ ಜನಾಂಗಕ್ಕೆ ಹುಟ್ಟಿದ ದೋಷಯುಕ್ತ ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬುದು ನಿಶ್ಚಿತ. ಆದರೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಘಟನೆಗಳು ಅನಿಶ್ಚಿತ. ಈ ದೋಷದ ಹೆಚ್ಚಳವು ಗುರಿಪಟ್ಟ ಕಿರಣಗಳ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸಂರಕ್ಷಣೆ :

ಸಂರಕ್ಷಣೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಆಲೋಚಿಸಿ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ಅಂತರ್ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಕಿರಣ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಸಮಿತಿಯು ಮಾನವನು ಒಂದು ನಿಗದಿಯಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೊಳಪಟ್ಟರೆ ಅವನಲ್ಲಿ ಶಾರೀರಿಕ ಮತ್ತು ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳು ತೋರ್ಪಡಲಾರವು ಎಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಂದಿತು. ಹಾಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟಪಡಿಸಿದ 'ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಮಿತಿ'ಗೆ ಏಕಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ದೀರ್ಘಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪವಾಗಿ ಗುರಿಪಡುವದು ಒಳ್ಳೆಯದೆಂದೂ ಈ ಸಮಿತಿ ಸೂಚಿಸಿತು.

ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಮಿತಿಗಳು :

೧. ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಪೂರ್ಣದೇಹದ ಮೇಲೆ ೫ Rems

೨. ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ೧೩ ವಾರಗಳ ಮಿತಿ ೩ "

೩. ಜೀವಾವಧಿ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ವೇಳೆಗೆ ಸಹನಾಮಿತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. D = ೫(N–೧೮) ಎಂಬ ಸಂಕಲನದಿಂದ D = Dose N ಅಂದರೆ ಆಯುಸ್ಸು (ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ) in Rems

೪. ಕೆಲವು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಂಗಾಂಗಗಳಿಗೆ ಮಿತಿಗಳು:

ಅ) ಚರ್ಮ, ಥೈರ್‍ಯಾಡ ಗ್ರಂಥಿ, ಮೂಳೆ ೨೦ Rems

ಬ) ತುದಿ ಅವಯುವಗಳು (ಕೈಕಾಲುಗಳು) ೭೫ "

ಕ) ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಂಗಕ್ಕೆ ೧೫ "

ಅಲ್ಲದೆ ಅನವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಯಾವುದೇ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಒಳ ಪಡಬಾರದೆಂದೂ ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ವಿಕಿರಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವಾಗ ಅವುಗಳೊಡನಿರುವ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮ, ವಿಕಿರಣಗಳ ಮಾನ್ಯತೆ, ಅವುಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಹಾಗೂ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣಗಳ ಕಡೆಗೆ ಗಮನ ಕೊಡಬೇಕು.

ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದಾಗುವ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯ ಹಾಗೂ ಆಂತರಿಕ ಎಂದು ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

ಬಾಹ್ಯ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳು : ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದು ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ಮಾನವನನ್ನು ಬಾಹ್ಯ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳಿಗೆ ಈಡುಮಾಡುವವು. ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡಲು ಮೂರು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ:

೧. ವಿಕಿರಣ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯ ಕಾರ್ಯಾವಧಿಯನ್ನು ಶಕ್ಯವಿದ್ದಷ್ಟು ಲಘುವಾಗಿಸುವದು.

೨. ಅಂತರ : ಕಿರಣಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಅಂತರದ ವರ್ಗಮಾನಕ್ಕೆ ವಿಷಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವದು. ದೂರದಿಂದ ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳೊಡನೆ ಕೆಲಸಮಾಡಲು ದೂರ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಇಕ್ಕಳ ಮುಂತಾದ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

೩. ವಿಕಿರಣಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ರಕ್ಷಣಾಕವಚಗಳಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಕವಚಗಳು ಸೀಸು ಅಥವಾ ಸಿಮೆಂಟುಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಇಲ್ಲವೆ ಮೂರನ್ನೂ ರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು.

ಇವುಗಳ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳಿಗೆ ಈಡಾಗದಂತೆ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡಲು ಕಾರ್ಮಿಕನು ಈ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಯಾವ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈಡಾಗುತ್ತಾನೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದುದು ಅವಶ್ಯ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಛಾಯಾಪಟ ಬಿಲ್ಲೆ ಅಥವಾ ಪರಿಮಾಣ ಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಅಲ್ಲದೆ ಆಯಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ವಿಕಿರಣಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ವಿದ್ಯುನ್ಮಾಪಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಅಳೆದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ ಪರಿಮಾಣದಿಂದ ಸಂಶೋಧಕನಿಗೆ ಹಾನಿ ತಟ್ಟದಂತೆ ಆತನ ಕಾರ್ಯದ ವೇಳೆ, ಅಂತರ, ಬೇಕಾದ ರಕ್ಷಣಾಕವಚ—ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪಕ್ಷ ಕಾರಣಾಂತರಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಈಡಾದ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪರಿಮಾಣ ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾಮಿತಿಯನ್ನು ಮೀರಿದರೆ ಅವನ ವಿಕಿರಣಕಾರ್ಯವನ್ನು ಕೆಲಕಾಲ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸಲಾಗುವದು. ನಿರ್ದಿಷ್ಟಪಡಿಸಿದ ಮಿತಿಗೆ ಯೋಗ್ಯ ಕಾಲ ಬಂದ ಮೇಲೆ ಪುನಃ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಅವನಿಗೆ ಅನುಮತಿ ನೀಡಲಾಗುವದು.

ಆಂತರಿಕ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳು : ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಮಾನವ ಶರೀರವನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ಜೀವಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ತಮ್ಮ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದುಂಟಾಗುವ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗಬೇಕಾದರೆ ಆ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಭೌತಿಕವಾಗಿ ಕ್ಷಯಿಸಬೇಕು ಇಲ್ಲವೆ ಶರೀರದ ಶುದ್ಧೀಕರಣಾಂಗಗಳ ಮೂಲಕ ಅವು ವಿಸರ್ಜಿಸಲ್ಪಡಬೇಕು. ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಮಾನವನ ಮೂಳೆಗಳನ್ನು ಸೇರಿ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿಗೆ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಶೋಧಕ ಅಂಗವೂ ಇದೆ. ಹೀಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಹೊರದೂಡಿಸುವದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯ. ಅದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ವಿಶಿಷ್ಟ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಶರೀರವನ್ನು ಮೂರು ವಿಧದಿಂದ ಸೇರುತ್ತವೆ:

೧. ಸಮಸ್ಥಾನಿ ದೂಷಿತ ಅನಿಲ ಸೇವನೆ

೨. ಆಹಾರ–ಪಾನೀಯ

೩. ಗಾಯ ಮತ್ತು ಚರ್ಮಗಳ ಮೂಲಕ.

ಅಂತರ್‌ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಕಿರಣ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಸಮಿತಿಯು ಅನಿಲ ಮತ್ತು ಪಾನೀಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗೆ ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಮಿತಿಯನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಾಣಿಸಿದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಧರಿಸಿದೆ:

ಅ. ದೇಹದಲ್ಲಿ ಉಳಿದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಅಂಶ

ಬ. ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ವಿತರಣೆ

ಕ. ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ವಂಶಜ ಲಕ್ಷಣ

ಡ. ಫಲಿತ ಅರ್ಧಾಯು.

ಆಂತರಿಕ ಹಾನಿಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಣದಲ್ಲಿಡಲು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯ ಹಾಗೂ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಸಕಲ ಸಾಮಗ್ರಿ ಸೌಲಭ್ಯಗಳೇ ಮುಂತಾದವುಗಳ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಉಚಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಬೇಕು. ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಕೆಲ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಉದ್ಧರಿಸಿದೆ.

೧. ಉತ್ತಮ ವಾತಾಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ.

೨. ಕೈಚೀಲ ಗೂಡುಗಳು.

೩. ಕೈಚೀಲ ಮುಂಗವಚ, ಶ್ವಾಸಶೋಧಕ ಸಲಕರಣೆಗಳು

೪. ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹವೆಯಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾಮಿತಿ ಮೀರದಂತೆ ಇಡುವದು.

೫. ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸೇರಿದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಅಳತೆಯನ್ನು ಮಲ ಮೂತ್ರಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಮಾಡಿ ಅವುಗಳ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಅಳೆಯುವದು. ಅಲ್ಲದೆ 'ಸಂಪೂರ್ಣ ದೇಹ ಗಣಕ ಯಂತ್ರ' ದಿಂದ ಇದನ್ನು ನೇರವಾಗಿಯೂ ಅಳೆಯಬಹುದು.

ಅಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಇಂಧನ ಕಾರ್ಯಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಬಹುದಾದ ವಿವಿಧ ಅನಾಹುತಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ತಿಳಿದು ಅದರಿಂದ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವರಿಗೂ ಜನಾಂಗಕ್ಕೂ ಬಾಧೆಯಾಗದಂತೆ ಯೋಗ್ಯ ಪರಿಹಾರಗಳನ್ನೂ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡಿರಬೇಕು.

* * *

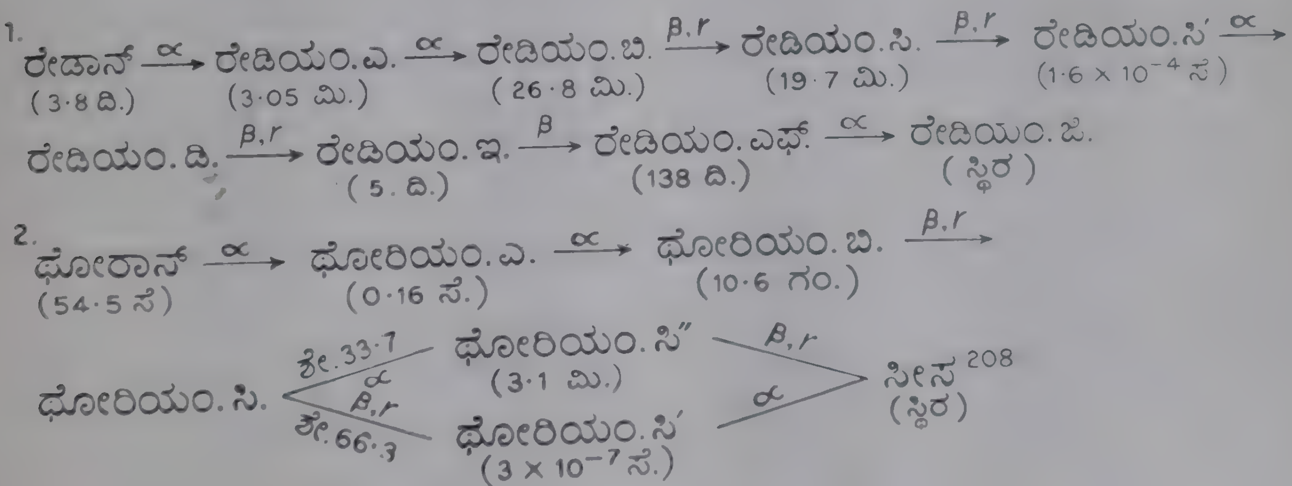
ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು

• ಎಂ. ಸಿ. ಸುಬ್ಬರಾಮು

ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕೃತಿದತ್ತವಾಗಿ ಕಾಣಸಿಗುವ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ವಸ್ತುಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ಥೋರಾನ್ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು. ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ವಿಶ್ವ ವಿಕಿರಣ (Cosmic Radiation)ಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೂ ಸಹ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸೇರಿವೆ. ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ಥೋರಾನ್ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ವಸ್ತುಗಳು ಘನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಧೂಳೀಕಣಗಳಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ಥೋರಾನ್‌ಗಳು ಅನಿಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಅನಿಲಗಳ ಕ್ಷೀಣತೆಯ ವಿಧಾನ ಕ್ರಮ ಈ ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿದಂತಿರುತ್ತದೆ :

ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ಥೋರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಸೋಸುವ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಶೇಖರಿಸಿ ಅವುಗಳ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು. ರೇಡಾನ್ ಮತ್ತು ಥೋರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಣ ಅಥವಾ ಮಿನುಗು (ಸಿಂಟಿಲೇಷನ್) ಉಪಕರಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅಳೆಯಬಹುದು. ವಾಯುಮಂಡಲದ ಕೆಳಭಾಗದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್, ಥೋರಾನ್ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ಒಂದು ಲೀಟರಿಗೆ ೧೦$^{-೧೪}$ ರಿಂದ ೨ × ೧೦$^{-೧೩}$ ಕ್ಯೂರಿಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಕೃತಿದತ್ತವಾದ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಮಾನವನ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವೂ ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಗಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವವರು ಅತ್ಯಂತ



ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣ ಇರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಉಸಿರಾಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಜೆಕೊಸ್ಲೋವಾಕಿಯಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಗಣಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ ಕೆಲವು ಮಂದಿ ಪುಪ್ಪುಸದ ಅರ್ಬುದ (Cancer) ರೋಗದಿಂದ ನರಳಬೇಕಾಯಿತು. ಆಗ ಅಲ್ಲಿದ್ದ ರೇಡಾನ್ ಪ್ರಮಾಣದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ, ಉಸಿರಾಡುವ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ೩ × ೧೦$^{-೧೧}$ ಕ್ಯೂರಿ/ಲೀಟರ್‌ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ರೇಡಾನ್ ಇರಬಾರದೆಂದು ನಿಗದಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಥೋರಾನಿನ ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಪ್ರಮಾಣ (Maximum permissible Concentration) ೩ × ೧೦$^{-೧೦}$ ಕ್ಯೂರಿ/ಲೀಟರ್.

ವಿಶ್ವ ವಿಕಿರಣದಿಂದ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸತತವಾಗಿ ಹಲವಾರು ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಿದೆ. (ಪಟ್ಟಿ ೧ನ್ನು ನೋಡಿ). ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಸಮನೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ವಾಯುಮಂಡಲದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನಭ್ಯಸಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಪಟ್ಟಿ ೧

ವಿಕಿರಣ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು		ಅರ್ಧಾಯು	
ಬೆರಿಲಿಯಂ	— ೧೦ (β)	೨.೭ × ೧೦^{೬}	ವರ್ಷಗಳು
ಕಾರ್ಬನ್	— ೧೪ (β)	೫.೭ × ೧೦^{೩}	”
ಸಿಲಿಕಾನ್	— ೧೪ (β)	೭೧೦.೦	”
ಟ್ರಿಷಿಯಂ	— ೩ (β)	೧೨.೫	”
ಸೋಡಿಯಂ	— ೨೨ ($\beta\gamma$)	೨.೬	”
ಗಂಧಕ	— ೩೫ (β)	೮೭	ದಿನಗಳು
ಬೆರಿಲಿಯಂ	— ೭ ($\in\gamma$)	೫೩	”
ರಂಜಕ	— ೩೩ (β)	೨೫	”
ರಂಜಕ	— ೩೨ (β)	೧೪	”
ಕ್ಲೋರಿನ್	— ೩೯ (β)	೧	ಗಂಟೆ

ವಾಯುಮಂಡಲದ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ. ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ಹೆಚ್ಚು ಸಮಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಮಳೆಯ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಿದೆ. ಬೆರಿಲಿಯಂ^{೧೦}ನ್ನು ಸಮುದ್ರದ ಕೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಇಂಗಾಲ^{೧೪}ನ್ನು ಪ್ರಾಣಿ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

ವಿಶ್ವ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಸುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೇಲೆ ಯಾವರೀತಿಯ ಪರಿಣಾಮವೂ ಸಹ ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಬಹುಶಃ ಜೀವೋತ್ಪತ್ತಿಯ ರೂಪಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯಲ್ಲೇನಾದರೂ ವಿಶ್ವವಿಕಿರಣಗಳ ಪರಿಣಾಮವಿದ್ದರೂ ಇರಬಹುದು.

ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಅಣುಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದದ್ದು ಕೃತಕವಾದುದು. ಅಣುಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ಹಲವಾರು ವಿಕಿರಣ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮಾತ್ರ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಕರವಾಗಿವೆ. ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಅಧಿಕ ಅರ್ಧಾಯುವುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ನಿಲ್ಲಬಲ್ಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು ಹಾನಿಕಾರಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು ಹಾನಿಕರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು : ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦}, ಸೀಸಿಯಂ^{೧೩೭} ಮತ್ತು ಅಯೋಡಿನ್^{೧೩೧}.

ಅಣು ಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ವಾಯುಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಸಿಡಿದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಭಾಗವು ೨೦ ಮೈಕ್ರಾನುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಬಹು ಬೇಗ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುವುವು. ಹೀಗೆ ಬೇರ್ಪಡೆಯಾದವುಗಳನ್ನು ಸ್ಥಳೀಯ ಅವಶೇಷವೆನ್ನಬಹುದು. ೧ ರಿಂದ ೧೦ ಮೈಕ್ರಾನು ಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ವಸ್ತುಗಳು ಬೇಗ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳದೆ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ತೇಲಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಕೆಳವಾಯುಮಂಡಲದ ಅವಶೇಷವೆನ್ನಬಹುದು. ೧ ಮೈಕ್ರಾನಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ಕಣಗಳು ವಾಯುಮಂಡಲದ ಮೇಲಿನ ಸ್ತರದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಗಾಳಿಯ ಸ್ತರಗಳ ಬದಲಿಕೆಯಿಂದ ಕೆಳವಾಯುಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಬಂದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಮಳೆಯೊಡನೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುವು.

ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦}ರ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗವು ಮಳೆಯ ನೀರಿನ ಜೊತೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದು. ಹೀಗೆ ಬಿದ್ದ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦} ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು. ಈ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಸೇರುವಂತೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಸಸ್ಯ

ಗಳನ್ನು ತಿನ್ನುವುದರಿಂದಲೋ ಅಥವಾ ಹಾಲಿನ ಮೂಲಕವೋ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦} ಮಾನವ ದೇಹವನ್ನು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಅದು ಬಹಳಕಾಲ ಮೂಳೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡು ಹಾನಿಕರವಾಗುವುದು. ಹೀಗೆ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳಿಂದ ಮಾನವನಿಗಾಗುವ ಹಾನಿಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ, ಮಳೆಯಲ್ಲಿ, ತರಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ, ಹಾಲಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಮಾಂಸದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನಳೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವುದರ ಮೊದಲು ಅವುಗಳ ಭಸ್ಮಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಸೂಕ್ತ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಪಡಿಸಿ ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ನಂತರ ಈ ನಮೂನೆಗಳ ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅಳೆಯಬಹುದು. ಈ ಉಪಕರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬಹುದು.

ಅಣುಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟದಿಂದುಂಟಾದ ಅವಶೇಷಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦} ಮಾನವನಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹಾನಿಕರವಾದದ್ದು. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡಿನ ಅರ್ಧಾಯು ೨೮ ವರ್ಷಗಳು ಮತ್ತು ಮಾನವನ ದೇಹದೊಳಗಿನ ಅರ್ಧಾಯು ೭ ವರ್ಷಗಳು. ಅತಿ ಪ್ರಬಲವಾದ ಬಾಂಬುಗಳ ಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦} ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮಾನವನ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦} ಈಗಾಗಲೇ ಸೇರಿಕೊಂಡಿದೆ. ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦} ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸೇರುವುದರಿಂದ ಲುಕೇಮಿಯಾ, ಮೂಳೆಯ ಊತ, ಅಲ್ಪಾಯುತನ, ಜೀವೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಡಚಣೆ ಮುಂತಾದ ಹಾನಿಗಳುಂಟಾಗಬಹುದು.

ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦}ನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಸೀಸಿಯಂ^{೧೩೭} ಮಾನವನಿಗೆ ಹಾನಿಕರವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಇದು ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦}ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಧಾಯು ೨೭ ವರ್ಷಗಳು. ಆದರೆ ದೇಹದೊಳಗೆ ಇದರ ಅರ್ಧಾಯು ಕೇವಲ ೪ ತಿಂಗಳು. ಸೀಸಿಯಂ^{೧೩೭}ರ ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಪ್ರಮಾಣ ೩೦ × ೧೦$^{-೯}$ ಕ್ಯೂರಿಗಳಾದರೆ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦}ಕ್ಕೆ ೨ × ೧೦$^{-೯}$ ಕ್ಯೂರಿಗಳು ಮಾತ್ರ. ಸೀಸಿಯಂ^{೧೩೭} ಮಾಂಸಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡು ದೇಹದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವುದರಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಗಾಮಾ ಕಿರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದರಿಂದಲೂ ಜೀವೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಕೇಡನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದು.

ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಅಯೋಡಿನ್ ಥೈರಾಯ್ಡು ಗ್ರಂಥಿಯಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಯೋಡಿನ್ ಇರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಉಸಿರಾಡುವುದರಿಂದ ಅಥವಾ ಹಾಲಿನ ಮೂಲಕ ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡು ನಮ್ಮ ಶರೀರವನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಮಾನವನ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾಗುವ ಅಯೋಡಿನ್ ಪ್ರಮಾಣ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅಣುಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದುಂಟಾದ ಅಯೋಡಿನ್‌ನಿಂದ ಮಾನವನಿಗೆ ಯಾವ ಹಾನಿಯೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆಯೇ ಯುರೇನಿಯಂ ಮತ್ತು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳಿಂದಲೂ ಸಹ ಯಾವ ಹಾನಿಯೂ ಸಂಭವಿಸಲಾರದು. ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ತೀರ ಕಡಿಮೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಹಾಲಿನಲ್ಲಿ ಅಳೆದ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ^{೯೦} ಮತ್ತು ಸೀಸಿಯಂ^{೧೩೭}ರ ಪ್ರಮಾಣಗಳು ಅವುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಪ್ರಮಾಣಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿವೆ. ಈ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ೨ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ ೨

ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಹಾಲಿನಲ್ಲಿ ಅಳೆದ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಮ್⁹⁰ ಮತ್ತು ಸೀಸಿಯಂ¹³⁷ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳ ಪರಮಾವಧಿ ಪ್ರಮಾಣಗಳೊಡನೆ ಅವುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಪ್ರಮಾಣಗಳ ಹೋಲಿಕೆ.

ಸ್ಥಳ	ಮಾಧ್ಯಮ	ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಮ್^{೯೦} ಕ್ಯೂರಿ/ಲೀಟರ್	ವರ್ಷ	ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಪ್ರಮಾಣ ಕ್ಯೂರಿ/ಲೀಟರ್	ಸೀಸಿಯಂ^{೧೩೭} ಕ್ಯೂರಿ/ಲೀಟರ್	ವರ್ಷ	ಗರಿಷ್ಠ ಸಹನಾ ಪ್ರಮಾಣ ಕ್ಯೂರಿ/ಲೀಟರ್
ಮುಂಬಯಿ	ಗಾಳಿ	೫೬ $\times$ ೧೦$^{-೧೬}$	೧೯೬೪	೦.೧ $\times$ ೧೦$^{-೧೨}$	೧೦೫ $\times$ ೧೦$^{-೧೭}$	೧೯೬೪	೨೦ $\times$ ೧೦$^{-೧೨}$
ಮುಂಬಯಿ	ಕುಡಿಯುವ ನೀರು	೪.೨೮ $\times$ ೧೦$^{-೧೨}$	೧೯೬೨	೧೦$^{-೯}$	೦.೪ $\times$ ೧೦$^{-೧೨}$	೧೯೬೪	೨ $\times$ ೧೦$^{-೭}$
ಮುಂಬಯಿ	ಹಾಲು	೨೪ $\times$ ೧೦$^{-೧೨}$	೧೯೬೪	೮ $\times$ ೧೦$^{-೧೧}$	೮ $\times$ ೧೦$^{-೧೧}$	೧೯೬೪	೧೦$^{-೧೦}$

ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳಿಂದ ಮಾನವನಿಗೆ ಹಾನಿಯಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಬಹುಶಃ ಈ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಮಾನವನಿಗೆ ಉಪಯೋಗವಿದ್ದರೂ ಇರಬಹುದು. ಅಣುಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಿಂದ ಮಾನವನಿಗೆ ಹಾನಿಯಾಗಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಅಣುಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕೆಂದು ಹಲವಾರು ದೇಶಗಳ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅಭಿಪ್ರಾಯ.

* * *

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನೆ

● ಡಾ॥ ಮ. ಸೊ. ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯ

ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ :

ಈ ಯಂತ್ರ ಯುಗದ ಮುನ್ನಡೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ದಾಹವು ಹೆಚ್ಚು. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಬೇಡಿಕೆಯ ಪ್ರಮಾಣ, ರೂಪ ಮುಂತಾದ ವಿಶಿಷ್ಟ ವಿವರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬಹು ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ವಿಶೇಷ ತರಹದ ಉಕ್ಕನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಬೃಹದ್ಗಾತ್ರದ ವಿದ್ಯುತ್ಕುಲುಮೆಯು ಒಂದು ಪರಿಯಾದರೆ, ಅತಿ ಕಿರಿದಾದರೂ ಪೂರ್ಣ ಭರವಸೆಯಿರುವ ಕೃತಕಚಂದ್ರನ ವಾರ್ತಾಪ್ರಸಾರ ಯಂತ್ರದ ಬೇಡಿಕೆ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧ. ಇವೆರಡು ಬೇಡಿಕೆಗಳನ್ನೂ ಪೂರೈಸುವ ವಿಧಾನವೂ ಒಂದೇ ಬಗೆಯಾಗಿರುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈಗ ಪ್ರಚಲಿತವಿರುವ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ವಿನ್ಯಾಸವು ಭಿನ್ನವಾಗಿರುವುದು ಸಹಜವೇ. ಆದರೂ ಈ ವಿಭಿನ್ನ ತರ ವಿನ್ಯಾಸ ಯಂತ್ರಗಳ ಮೂಲಭೂತ ನಿಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಸಾಮ್ಯತೆಗಳಿವೆ.

ಜಲವಿದ್ಯುದಾಗಾರ ಹೊರತಾಗಿ ಉಳಿದ ಎಲ್ಲ ಪ್ರಚುರ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಲ್ಲಿಯ ಮೊದಲನೆಯ ಹಂತ, ಇಂಧನಗಳ ಉರಿಯುವಿಕೆಯಿಂದಲೋ, ಪರಮಾಣು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಲೋ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡದ ಹಬೆಯನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡುವುದು. ಅನಂತರ ಈ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡದ ಹಬೆಯಿಂದ "ಹಬೆ ಟರ್ಬೈನ್" (Steam Turbine) ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತಯಾರುಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಶಕ್ತಿ ಪರಿವರ್ತನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಬೆಲೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಒಳ್ಳೆಯದು. ಆದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಬೇಡಿಕೆ ಕೆಲವೇ ವ್ಯಾಟ್‌ಗಳಿದ್ದು (Watts) ಅದರ ಪೂರೈಕೆ ಮಾತ್ರ ಅವಿರತವಾಗಿ, ಪೂರ್ಣ ಭರವಸೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರಬೇಕಾದ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ.

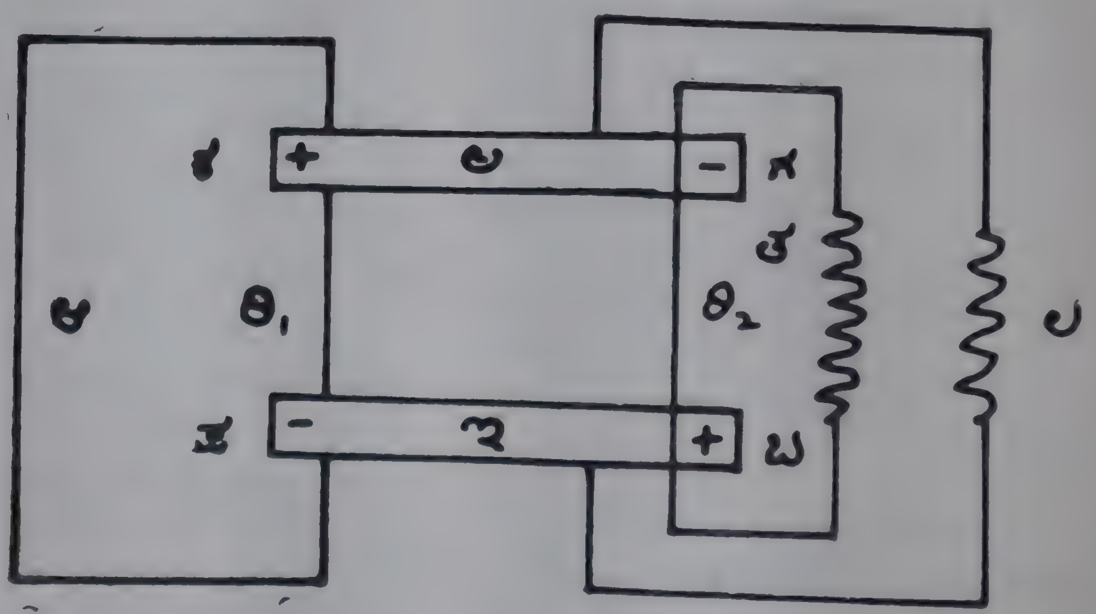
ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲಸಗಳು ಸುಗಮವಾಗಿ ನಡೆಯಲು ದುರಸ್ತಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ತಿರುಗು ಗಾಲಿಗಳ ಮಧ್ಯಸ್ತಿಕೆ ಇರುವ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಈ ದುರಸ್ತಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ಹೊಣೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕೃತಕ ಚಂದ್ರ, ಆರ್ಕ್‌ಟಿಕ್ ಮತ್ತು ಅಂಟಾರ್ಕಟಿಕ್‌ನಲ್ಲಿಯ ಹವಾಸೂಚನಾ ಕೇಂದ್ರ ಅಥವಾ ಕೃತಕ ಹೃದಯಸ್ಪಂದನ ಯಂತ್ರ ಇವುಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪೂರೈಕೆಯ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ದುರಸ್ತು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅಸಾಧ್ಯ ಇಲ್ಲ, ಅಸಾಧು. ಈ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ತಿರುಗುಗಾಲಿಗಳ ಮಧ್ಯಸ್ಥಿಕೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿ ದೊರೆತ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಸಲಕರಣೆಯ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಯ ವಿಧವನ್ನು ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನೆ ಎನ್ನುವರು. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿರುವ ಎಲ್ಲ ನೇರ ವಿದ್ಯು

ಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಕಮೀಶನರ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡವು. ಈ ಯೋಜನೆಗೆ ಅವರು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹೆಸರು, "ಸ್ನಾಪ್" (SNAP — System Nuclear Auxillary Power) ಎಂದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವೊಂದರ ವಿವರಣೆಯೇ ನಮ್ಮ ಸದ್ಯದ ಉದ್ದೇಶ.

ಹಿನ್ನೆಲೆ ಮತ್ತು ತತ್ತ್ವ ಪರಿಚಯ

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿಕಣ ಕ್ರಿಯೆ ತತ್ತ್ವಗಳನ್ನು ಈ ನೇರ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳಂತೆ ಈ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ಪರಿವರ್ತನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಎಂತಹ ಕುಶಲ ಉಷ್ಣ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದರೂ ದೊರೆತ ಎಲ್ಲ ಶಾಖವನ್ನೂ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಸಾಡಿ ಕಾರ್ನಾಟನೆಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕಳೆದ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ತೋರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ಹೆಚ್ಚಳ ಆದುದು ಅವುಗಳ ಪರಿವರ್ತನಾಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದಲ್ಲ, ಅವುಗಳ ಸೌಲಭ್ಯತೆಯಿಂದಾಗಿ. ಪರಿವರ್ತನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯತೆಯು ಕೇವಲ ಶೇ. ೧೦ ಮಾತ್ರ (ಅದೇ ಅನಿಲ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಶೇ. ೪೦ರ ವರೆಗೂ ಸಾಧ್ಯ).

ಒಂದು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ಎರಡು ಅಂಚುಗಳ ಉಷ್ಣತೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದರಿಂದಾಗಿ ಆ ಅಂಚುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ವಿದ್ಯುದ್ಬಲ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಗುಣಕವು ಆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ಗುಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡು ವಿಜಾತಿಯ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳ ಭಿನ್ನ ಜಂಕ್ಷನ್ನುಗಳೆರಡರ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ನಿಯೋಜಿಸಿದಾಗ ಅದರಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಬಹುದೆಂದು ೧೫೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಸೀಬೆಕ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ್ದರೂ ಸೂಕ್ತ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ವಸ್ತುಗಳ ಕೊರತೆಯಿಂದಾಗಿ ಇದು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯ ಕೌತುಕವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿತ್ತೇ ವಿನಃ ೧೯೫೦ರ ವರೆಗೂ ಅದನ್ನು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಯೋಚನೆ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುವ ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ ಕ್ರಾಂತಿಯಿಂದಾಗಿ ಬಂದ ಅನೇಕ ನೂತನ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ಕನಸನ್ನು ನನಸನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವ ಸಂದರ್ಭ ಬಂದಿದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧.

ಉಷ್ಣವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ಸರಳ ನಕ್ಷೆ.

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ— ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ಒಂದು ಸರಳ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ ೧ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. "ಅ" n-ಬಗೆಯ ಒಂದು ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ. "ಇ" p-ಬಗೆಯ ಒಂದು ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ. "ಆ" ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯ (೨೧ ೭೮೨) ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರ. "ತ" ಶೇಷ ಶಕ್ತಿಯು ವಿನಿಮಯಗೊಳ್ಳುವ ತಂಗು.

'ಅ' ಮತ್ತು 'ಇ'ಗಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಂಚುಗಳನ್ನು (ಕ, ಗ ಮತ್ತು ಪ, ಬ) ಕ್ರಮವಾಗಿ ಶಾಖದ ಆಗರ (ಆ) ಮತ್ತು ತಂಗು (ತ)ಗಳಿಗೆ ಬೆಸಗೆ ಹಾಕಿ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅ-ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ತಣ್ಣಗಿರುವ 'ಗ' ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಬಿಸಿಯಿರುವ "ಕ" ಅಂಚಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಈ ಉಷ್ಣತೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಇರುತ್ತದೆ. ಇ-ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವ "ಪ" ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕತರ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ (ಅ) ಮತ್ತು (ಇ) ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರೈಕೆ ಬೇಕಿರುವ (ಲ) ಸಲಕರಣೆಗೆ ಉತ್ತಮ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳಿಂದ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ, (ಆ) ಆಗರದಿಂದ ಬರುವ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಶೇಷ ಶಾಖವನ್ನು (ತ) ಮೂಲಕ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ಪರಿವರ್ತನಾ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುಗಾಲಿಗಳ ಯಾವ ಸಂಯೋಜನೆಗಳೂ ಇಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ, (ಆ) ನಲ್ಲಿ ಬಹುಕಾಲ ಕ್ಷೀಣಿಸದ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿದರೆ, ದುರಸ್ತಿ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇಲ್ಲದೇ ಅವಿರತ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುದ್ಬಲ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಆ ವಸ್ತುವಿನ **ಸೀಬೆಕ್ ಗುಣಕ,** α ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ನೇರ ಪರಿವರ್ತನ ಉಪಕರಣಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಗುಣಕ ಅಧಿಕವಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಬರಿಯ α — ಗುಣದ ಅಧಿಕತೆಯೊಂದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇತರ ಅಂಶಗಳಿಗೂ ಗಮನವೀಯಬೇಕು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ಉಷ್ಣ ವಾಹಕತ್ವತೆ (K) ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ ನಿರೋಧಿಕತೆ (σ)ಗಳೂ ಮುಖ್ಯವಾದ ಗುಣಗಳು. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಪರಿವರ್ತನ ಯಂತ್ರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ವಸ್ತುವಿನ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುವ ಗುಣಾನ್ವೇಷಣೆಗೆ ನೀಡಿರುವ ಹೆಸರು "ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಅನುಪಾತ", z, ಅಥವಾ "ಫಿಗರ್ ಆಫ್ ಮೆರಿಟ್" $z=\frac{\alpha^2}{K\sigma}$ ಉತ್ತಮ ೭ ಅನುಪಾತ ಹೊಂದಿರುವ Pb Te, Bi Te ಮತ್ತು Ge Si ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಇಂತಹ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ.

ಕೆಲವು ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಗಳ ಪರಿಚಯ

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ೧೯೫೯ ರಲ್ಲಿ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ರಚಿಸಿದರು. ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವಾಗಿ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಪೊಲೋನಿಯಂ ಧಾತುವಿನ Po^{೨೧೦} ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಬಳಸಿದರು. ಈ ಅಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಪಟ್ಟು ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪನ್ನಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಯಂತ್ರವು ಸುಮಾರು ೨.೫ ವಾಟ್‌ಗಳ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಒಂದೆರಡು ವರ್ಷಕಾಲ ತಯಾರು ಮಾಡಿತು. ಇದರ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಈ ಉಪಕರಣದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ (F), Po^{೨೧೦} ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಇಟ್ಟು ಅದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮುಚ್ಚುವಂತೆ ಒಂದು ಹೊರಕವಚವನ್ನು ಹೊದಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಪರಮಾಣು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಶಾಖವು ಈ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು, ಹೊರಕವಚದ ಮೇಲ್ಮೈ (S) ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವೆರಡರ ಮಧ್ಯೆ ಉಷ್ಣಪ್ರವಾಹವು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಉಷ್ಣಪ್ರವಾಹವು ಬಹುಪಾಗಿ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನವಾಹಿಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಪರಿವರ್ತನ ಭಾಗಗಳ (C) ಮೂಲಕವೇ ಹರಿಯುವಂತೆ ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣರೋಧಕಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗಾಗಿ, Fದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಕೆಲವು ಭಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ತಾತ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ, ಉಳಿದದ್ದು ಹೊರ ಮೇಲ್ಮೈ (S) ಯಿಂದ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಬಿಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

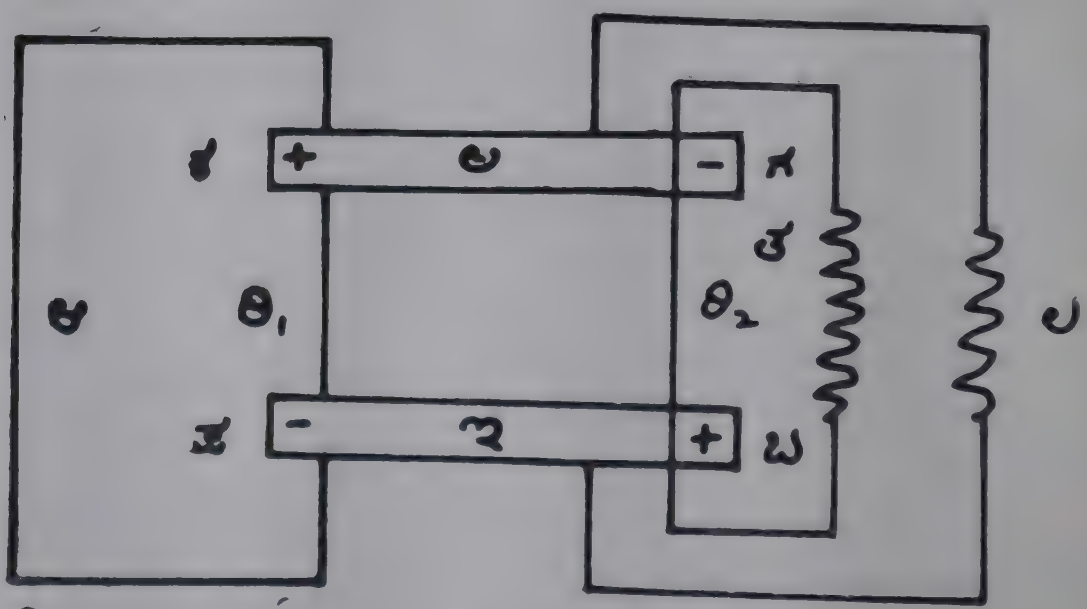
ಹೊರತೋರಿಕೆಗೆ ಸರಳವೆಂದು ಕಾಣುವ ಈ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರವು ಬಹಳಷ್ಟು ಸಶ್ರಮ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲ. Pb Te ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಸರಳುಗಳನ್ನು

ಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಕಮೀಶನರ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡವು. ಈ ಯೋಜನೆಗೆ ಅವರು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹೆಸರು, "ಸ್ನಾಪ್" (SNAP — System Nuclear Auxillary Power) ಎಂದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವೊಂದರ ವಿವರಣೆಯೇ ನಮ್ಮ ಸದ್ಯದ ಉದ್ದೇಶ.

ಹಿನ್ನೆಲೆ ಮತ್ತು ತತ್ತ್ವ ಪರಿಚಯ

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ಸ್ಥಾನ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ ಕಣ ಕ್ರಿಯೆ ತತ್ತ್ವಗಳನ್ನು ಈ ನೇರ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳಂತೆ ಈ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ಪರಿವರ್ತನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಎಂತಹ ಕುಶಲ ಉಷ್ಣ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದರೂ ದೊರೆತ ಎಲ್ಲ ಶಾಖವನ್ನೂ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಸಾಡಿ ಕಾರ್ನಾಟನೆಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕಳೆದ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ತೋರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ಹೆಚ್ಚಳ ಆದುದು ಅವುಗಳ ಪರಿವರ್ತನಾಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದಲ್ಲ, ಅವುಗಳ ಸೌಲಭ್ಯತೆಯಿಂದಾಗಿ. ಪರಿವರ್ತನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯತೆಯು ಕೇವಲ ಶೇ. ೧೦ ಮಾತ್ರ (ಅದೇ ಅನಿಲ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಶೇ. ೪೦ರ ವರೆಗೂ ಸಾಧ್ಯ).

ಒಂದು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ಎರಡು ಅಂಚುಗಳ ಉಷ್ಣತೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದರಿಂದಾಗಿ ಆ ಅಂಚುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ವಿದ್ಯುದ್ಬಲ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಇವರ ಗುಣಕವು ಆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ಗುಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡು ವಿಜಾತಿಯ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳ ಭಿನ್ನ ಜಂಕ್ಷನ್ನುಗಳೆರಡರ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ನಿಯೋಜಿಸಿದಾಗ ಅದರಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಬಹುದೆಂದು ೧೫೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಸೀಬೆಕ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ್ದರೂ ಸೂಕ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ಸ್ಥಾನ ವಸ್ತುಗಳ ಕೊರತೆಯಿಂದಾಗಿ ಇದು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯ ಕೌತುಕವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿತ್ತೇ ವಿನಃ ೧೯೫೦ರ ವರೆಗೂ ಅದನ್ನು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಯೋಚನೆ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುವ ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ ಕ್ರಾಂತಿಯಿಂದಾಗಿ ಬಂದ ಅನೇಕ ನೂತನ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ಸ್ಥಾನ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ಕನಸನ್ನು ನನಸನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವ ಸಂದರ್ಭ ಬಂದಿದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧.

ಉಷ್ಣವಿದ್ಯುತ್ಸ್ಥಾನ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ಸರಳ ನಕ್ಷೆ.

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ— ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ಒಂದು ಸರಳ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ ೧ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. "ಅ" n-ಬಗೆಯ ಒಂದು ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ. "ಇ" p-ಬಗೆಯ ಒಂದು ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ. "ಆ" ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯ (೯೧ ೭೯೩) ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರ. "ತ" ಶೇಷ ಶಕ್ತಿಯು ವಿನಿಮಯ ಗೊಳ್ಳುವ ತಂಗು.

'ಅ' ಮತ್ತು 'ಇ'ಗಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಂಚುಗಳನ್ನು (ಕ, ಗ ಮತ್ತು ಪ, ಬ) ಕ್ರಮವಾಗಿ ಶಾಖದ ಆಗರ (ಆ) ಮತ್ತು ತಂಗು(ತ)ಗಳಿಗೆ ಬೆಸಗೆ ಹಾಕಿ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅ-ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ತಣ್ಣಗಿರುವ 'ಗ' ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಬಿಸಿಯಿರುವ "ಕ" ಅಂಚಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಈ ಉಷ್ಣತೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಇರುತ್ತದೆ. ಇ-ಖಂಡವಿದ್ಯು ದ್ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವ "ಪ" ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕತರ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ (ಅ) ಮತ್ತು (ಇ) ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರೈಕೆ ಬೇಕಿರುವ (ಲ) ಸಲಕರಣೆಗೆ ಉತ್ತಮ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳಿಂದ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ, (ಆ) ಆಗರದಿಂದ ಬರುವ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಶೇಷ ಶಾಖವನ್ನು (ತ) ಮೂಲಕ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ಪರಿವರ್ತನಾ ವಿಧಾನ ದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುಗಾಲಿಗಳ ಯಾವ ಸಂಯೋಜನೆಗಳೂ ಇಲ್ಲದಿರು ವುದರಿಂದ, (ಆ) ನಲ್ಲಿ ಬಹುಕಾಲ ಕ್ಷೀಣಿಸದ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿದರೆ, ದುರಸ್ತಿ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇಲ್ಲದೇ ಅವಿರತ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುದ್ಬಲ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಆ ವಸ್ತು ವಿನ **ಸೀಬೆಕ್ ಗುಣಕ,** α ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ನೇರ ಪರಿವರ್ತನ ಉಪಕರಣಗ್ಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಗುಣಕ ಅಧಿಕ ವಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಬರಿಯ α — ಗುಣದ ಅಧಿಕತೆ ಯೊಂದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇತರ ಅಂಶಗಳಿಗೂ ಗಮನವೀಯಬೇಕು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ಉಷ್ಣ ವಾಹಕತ್ವತೆ (K) ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ ನಿರೋಧಿಕತೆ(σ)ಗಳೂ ಮುಖ್ಯ ವಾದ ಗುಣಗಳು. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಪರಿ ವರ್ತನ ಯಂತ್ರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ವಸ್ತುವಿನ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುವ ಗುಣಾನ್ವೇಷಣೆಗೆ ನೀಡಿರುವ ಹೆಸರು "ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಅನುಪಾತ'', z, ಅಥವಾ "ಫಿಗರ್ ಆಫ್ ಮೆರಿಟ್" $z = \frac{\alpha^2}{K\sigma}$ ಉತ್ತಮ ೭ ಅನುಪಾತ ಹೊಂದಿರುವ Pb Te, Bi Te ಮತ್ತು Ge Si ಖಂಡ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಇಂತಹ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ.

ಕೆಲವು ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಗಳ ಪರಿಚಯ

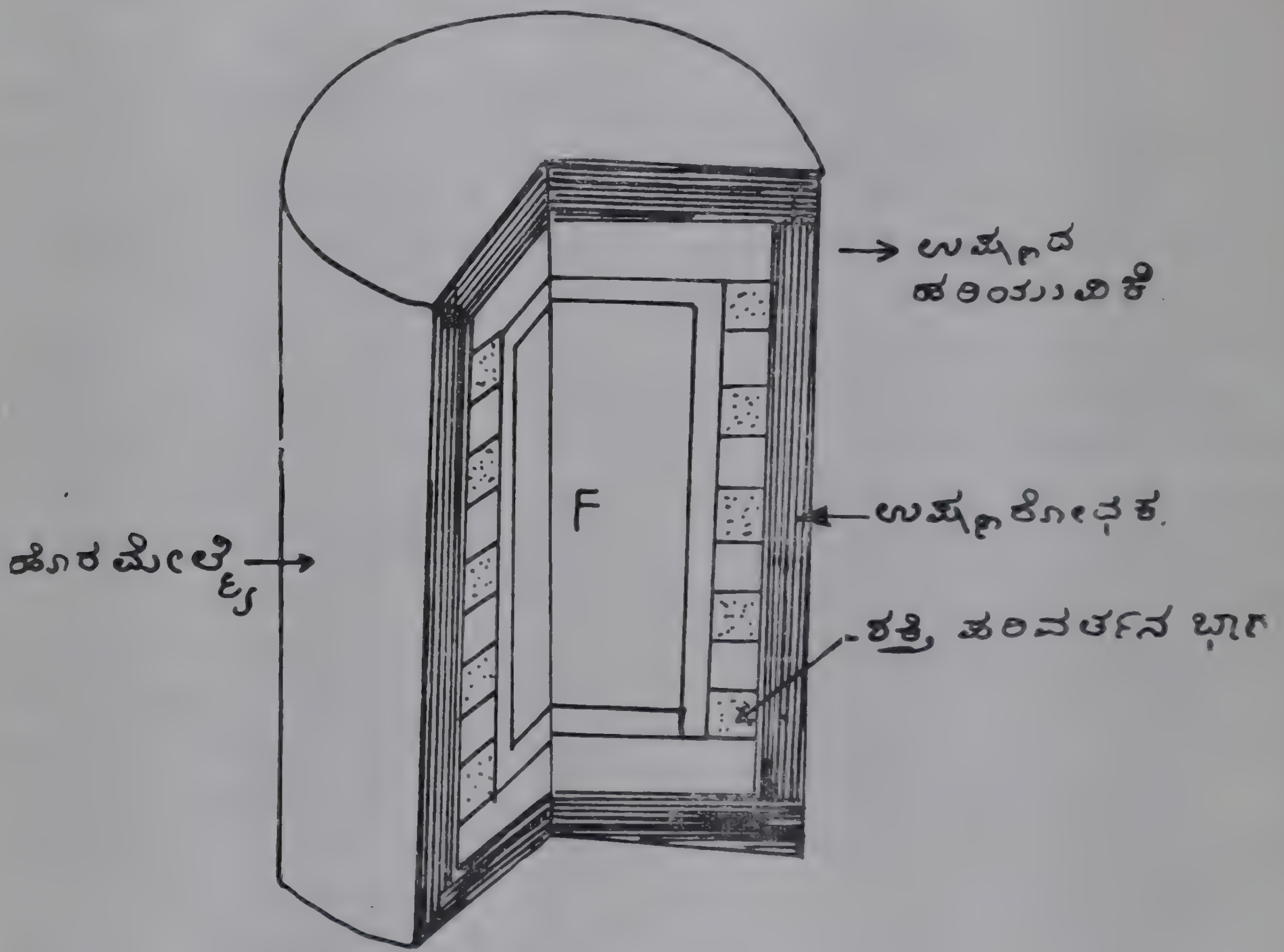
ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ೧೯೫೯ ರಲ್ಲಿ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ರಚಿಸಿದರು. ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವಾಗಿ ವಿಕಿ ರಣಶೀಲ ಪೊಲೋನಿಯಂ ಧಾತುವಿನ Po೨೧೦ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಯನ್ನು ಬಳಸಿದರು. ಈ ಅಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಪಟ್ಟು ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪನ್ನಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಯಂತ್ರವು ಸುಮಾರು ೨.೫ ವಾಟ್‌ಗಳ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಯನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಒಂದೆರಡು ವರ್ಷಕಾಲ ತಯಾರು ಮಾಡಿತು. ಇದರ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಈ ಉಪಕರಣದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ (F), Po೨೧೦ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಯನ್ನು ಇಟ್ಟು ಅದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮುಚ್ಚುವಂತೆ ಒಂದು ಹೊರಕವಚವನ್ನು ಹೊದಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಪರಮಾಣು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಶಾಖವು ಈ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು, ಹೊರಕವಚದ ಮೇಲ್ಮೈ (S) ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವೆರಡರ ಮಧ್ಯೆ ಉಷ್ಣಪ್ರವಾಹವು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಉಷ್ಣಪ್ರವಾಹವು ಬಹುವಾಗಿ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನವಾಹಿಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಪರಿವರ್ತನ ಭಾಗಗಳ (C) ಮೂಲಕವೇ ಹರಿಯುವಂತೆ ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣರೋಧಕಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗಾಗಿ, Fದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯ ಕೆಲವು ಭಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ತಾತ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ, ಉಳಿದದ್ದು ಹೊರ ಮೇಲ್ಮೈ (S) ಯಿಂದ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಬಿಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ಹೊರತೋರಿಕೆಗೆ ಸರಳವೆಂದು ಕಾಣುವ ಈ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯು ಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರವು ಬಹಳಷ್ಟು ಸಶ್ರಮ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲ. Pb Te ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಸರಳುಗಳನ್ನು

ಶಾಖದ ಆಗರದ ಮೇಲ್ಮೈಗೂ, ಶಾಖವಿನಿಮಯ ಹೊರ ಮೇಲ್ಮೈ (S)ಗೂ ಬೆಸಗೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೇ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಯಿತು. ಈ ಬೆಸುಗೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಗಡಸಾಗಿಯೂ, ಬಹು ಕಡಿಮೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ ನಿರೋಧಿಕತೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿಯೂ ಇರಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಬಹು ಭಂಗುರ ಸ್ವಭಾವದ Pb Te ಸರಳುಗಳ ಬೆಸಗೆ ಜೋಡಣೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ಒಂದು ಕಠಿಣತಮ ಕುಶಲತೆ. ಒಮ್ಮೆ ಈ ಕುಶಲತೆಯನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡನಂತರ ಹೊಸ ಹೊಸ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುತ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರಗಳು ತಯಾರಾದವು.

೧೯೬೧ ರಲ್ಲಿ ನಾಸಾ (NASA)ದವರು ಇಂತಹ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಕೃತಕ ಚಂದ್ರದ ವಾರ್ತಾ ಪ್ರಸಾರದ ಅಂಗವಾಗಿ ಮೊದಲಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿದರು. ಅದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಜನಕ **ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ**-೨೩೮ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಬಳಸಿದ್ದರು. ಈ ಯಂತ್ರವು ೫ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ೨.೭ ವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಅವಿರತವಾಗಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಿತು. ಇಂತಹ ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ಬಳಕೆಯು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಶಃ ಹೆಚ್ಚತೊಡಗಿತು. ೧೯೬೭ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ವಿವಿಧ ಪ್ರಕಾರದ ಯಂತ್ರಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಇದ್ದವು.



ಚಿತ್ರ ೨

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಶೋಧನೆಯಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ನೇರ ಪರಿವರ್ತನ ಯಂತ್ರಗಳ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯು ಪ್ರಚುರವಾಗಿದೆ. ಈ ದುರ್ಗಮ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿರುವ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಅಂತಹ ಒಂದು ಸಂದರ್ಭ. ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗೆ ಒಂದು ವಸತಿಯ ದೈನಂದಿನ ಉಷ್ಣತೆಯ ಏರು-ಇಳಿತ, ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮುಂತಾದ ಅಂಶಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಮುನ್ಸೂ

ಚನೆಗೆ ಧ್ರುವಗಳೆರಡರ ಹತ್ತಿರದ ವಾತಾವರಣ ವಿಷಯ ವಿವರಣೆ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ಆದರೆ ಇಂತಹ ನಿರ್ಜನ, ಅತಿ ಶೀತಲ, ದುರ್ಗಮ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಹವಾಮಾನ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ನಡೆಸುವುದು ಬಹಳ ಶ್ರಮದಾಯಕ. ಮಾನವ ವಸತಿಯ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲವೇ ಬರಿಯ ಯಂತ್ರಚಾಲಿತ ಈ ವಾತಾವರಣ ವಿಷಯ ಪ್ರಸಾರದ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಗೆ ಬೇಕಿರುವ ಬಹು ಮುಖ್ಯಸಾಧನವೆಂದರೆ, ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ದುರಸ್ತಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲದ ಅವಿರತ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರೈಕೆ, ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳು ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ವರಪ್ರಸಾದ.

ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಪರಮಾಣು ವಿರಚಿತ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕವನ್ನೇ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವಕ್ಕೆ ೭೦೦ ಮೈಲಿ ದೂರವಿರುವ ಆಕ್ಸೆಲ್ ಹೈಬರ್ಗ್ (Axel Heiberg) ದ್ವೀಪದ ಹವಾಸೂಚನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದರು. ಇದು ಸುಮಾರು ೫ ವಾಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ೫ ವರ್ಷಕಾಲ ಸತತವಾಗಿ ನೀಡಿತು. ಇದರಲ್ಲಿ ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ-೯೦(Sr-90) ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನೂ Pb Te ಸರಳುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಸತತವಾಗಿ ಹೊರಸೂಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪೂರಕ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಗ್ರಹ ಕೋಶದಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ಅದರಿಂದ ೮ ಗಂಟೆಗೊಂದಾವರ್ತಿ ಸ್ಥಳೀಯ ಹವಾಮಾನ ವಿವರಗಳನ್ನು ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುವ ಜೋಡಣೆ ಇತ್ತು. ಎರಡುವರ್ಷ ಇಂತಹ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ನಂತರ ಹೊಸ ಏರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ಇದರ ಫಲಿತಾಂಶವೇ ೨೫ ವಾಟ್‌ನ ಸ್ನಾಪ್-೯A (SNAP-9A) ಮತ್ತು ೬೦ ವಾಟ್‌ನ ಸ್ನಾಪ್-೯B (SNAP-9B). ಇಂತಹದೆ ಇನ್ನೊಂದು ಯಂತ್ರಸಮುದಾಯವನ್ನು ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವದ ಹತ್ತಿರದ ಮಿನಿ ಬ್ಲಫ್ (Mini Bluff) ನಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬರಿಯ ವಾರ್ತಾಪ್ರಸಾರಕ ಆ್ಯಂಟೆನಾ (Antenna) ಹೊರತು ಉಳಿದೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಮಂಜಿನೊಳಗೇ ಹುದುಗಿಸಿಡಲಾಗಿದೆ. ಇದು ೬ ಗಂಟೆಗೊಮ್ಮೆ ಸ್ಥಳೀಯ ಉಷ್ಣತೆ, ಗಾಳಿ ಒತ್ತಡ, ವೇಗ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕು ಇವುಗಳನ್ನು ವರದಿ ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಕೆಲವು ಯಂತ್ರಗಳ ವಿವರ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ವಿವರ

ಹೆಸರು	ಉಪಯೋಗ	ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ (ವಾಟ್)	ತೂಕ (ಪೌಂಡ್)	ಸಮಸ್ಥಾನಿ
ಸ್ನಾಪ್-೩	ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ	೨.೫	೪.೦	ಪೊಲೋನಿಯಂ-೨೧೦
—	ಕೃತಕ ಚಂದ್ರ ವಾರ್ತಾಪ್ರಸಾರ	೨.೭	೪.೬	ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-೨೩೮
—	ಆ್ಯಕ್ಸೆಲ್ ಹೈಬರ್ಗ್ ಹವಾಕೇಂದ್ರ	೫.೦	೧೬೮೦	ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ-೯೦
ಸ್ನಾಪ್-೭A	ನಾವಿಕ ಸಹಾಯಕ ಬಾಯ್	೧೦.೦	೧೮೭೦	”
ಸ್ನಾಪ್-೭B	ಸ್ಥಿರ ನಾವಿಕ ದೀಪ	೬೦.೦	೪೬೦೦	”
ಸ್ನಾಪ್-೭C	ಹವಾಕ್ಕೇಂದ್ರ	೧೦.೦	೧೮೭೦	”
ಸ್ನಾಪ್-೭D	ತೇಲುವ ಹವಾಸೂಚನ ಕೇಂದ್ರ	೬೦.೦	೪೬೦೦	”
ಸ್ನಾಪ್-೭E	ಸಾಗರ ತಳದ ಬೀಕನ್	೭.೫	೧೮೭೦	”
ಸ್ನಾಪ್-೯A	ಕೃತಕ ಕ್ಷಿಪಣಿ	೨೫.೦	೨೭	ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-೨೩೮
ಸ್ನಾಪ್-೧೧	ಚಂದ್ರಯಾನ ಕ್ಷಿಪಣಿ	೨೧.೨೫	೨೭	ಕ್ಯೂರಿಯಂ-೨೪೨

ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವಾಗಿ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಪಾತ್ರ

ಇಂದಿನ ಯಂತ್ರಕೌಶಲ ಪ್ರಜ್ಞೆಯು, ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುಸ್ಮಾನಕ್ರಿಯೆ–ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳನ್ನೆ ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಗೆ ಅಳವಡಿಸಿ ಬಹುಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತಯಾರುಮಾಡುವಷ್ಟು ಮುಂದುವರಿದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಕೆಲವೇ ವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟೆ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳೆಲ್ಲದರಲ್ಲಿಯೂ ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುವ ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅರಿಯುವುದು ಆವಶ್ಯಕ.

ಈ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಆಗಬಹುದಾದ ಹಾನಿಯಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಮೊದಲನೆಯದು. ಅವುಗಳ ದೊರೆಯುವಿಕೆ, ಸೂಕ್ತತೆ, ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಮುಂತಾದವು ಉಳಿದ ಅಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವುಗಳು. ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ವಿಕಿರಣಜನಕ ಉಷ್ಣ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ತಯಾರಿಸಿದ ಸಲಕರಣೆಯ ಗಾತ್ರವು ಕಿರಿದಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ಉಷ್ಣ ಸಾಂದ್ರತೆಯೂ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಪ್ರಧಾನ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಮಾಣು ಇಂಧನವು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ, ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಲೆ ಇಲ್ಲದೆ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವಂತಹದಾಗಿರಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುವ ಮುಖ್ಯನಿಯಮಗಳು ಮೂರು :

(೧) ಅವುಗಳ ಅರ್ಧಾಯುಕಾಲ ೧೦೦ ದಿನಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದು ೧೦೦ ವರ್ಷಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು.

(೨) ಶಕ್ತಿಸಾಂದ್ರತೆಯು ೧ ಗ್ರಾಂ.ಗೆ ೦.೧ ವಾಟ್‌ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದು ಗ್ಯಾಮಾ (γ) ವಿಕಿರಣಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು.

(೩) ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ಭೌತಿಕ ಸ್ಥಿತಿ ಹಿತಮಿತವಾಗಿರಬೇಕು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಸುಮಾರು ೧೩೦೦ ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಳಗಿನ ಕೇವಲ ೮ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಮಾತ್ರ ಸೂಕ್ತವೆಂದು ಪರಿಗ್ರಹಿಸಬಹುದು.

ಸಮಸ್ಥಾನಿ	ಅರ್ಧಾಯು	ಶಕ್ತಿಸಾಂದ್ರತೆ ವಾಟ್/ಗ್ರಾಂ	ವಿಕಿರಣತೆ
ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ–೯೦	೨೮ ವರ್ಷ	೦.೯೩	β ಮತ್ತು γ
ಸೀಸಿಯಂ–೧೩೭	೩೦ "	೦.೨೬	β
ಸೀರಿಯಂ–೧೪೪	೦.೭೮ "	೨೫.೦	β ಮತ್ತು ಹಲವು γ
ಪ್ರೆಸೋಡಿಯಂ–೧೪೭	೨.೫ "	೦.೩೬	β ಮತ್ತು ಹಲವು γ
ಪೊಲೋನಿಯಂ–೨೧೦	೦.೩೮ "	೧೪೧	α
ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ–೨೩೮	೮೯ "	೦.೫೫	α
ಕ್ಯೂರಿಯಂ–೨೪೨	೪೫ "	೧೨೧	α
ಕ್ಯೂರಿಯಂ–೨೪೪	೧೮ "	೨.೮	α

ಇವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಂದ ಸಮೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ಉಪಲಬ್ಧ ವಸ್ತು ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ-೯೦ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಬಹುಶಃ ಮುಂದಿನ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನಾ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಇದೇ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ-೯೦ರ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಇರುವ ಮುಖ್ಯ ತೊಂದರೆ ಅದರ ಮೂಳೆಯ ಕ್ಷಯಕಾರಕ ಗುಣ. ಆದುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗ ಮಾಡುವ ಮೊದಲು, ಅದರಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಪಡೆಯುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಗಮನವೀಯಬೇಕಾಯಿತು. ಇಂತಹ ರಕ್ಷಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯ ಮೊದಲನೆಯ ಹಂತ, ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಒದಗುವ ಬೆಂಕಿ, ಆಘಾತ ಮುಂತಾದವುಗಳಿಂದ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಸುತ್ತಲ ವಾತಾವರಣದೊಳಗೆ ವಿಲೀನವಾಗಿ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಅಪಾಯವೊದಗದಂತೆ ಮಾಡುವುದು. ಈ ಮೂಲ ವಸ್ತುವು ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ದ್ರವ ಅಥವಾ ಅನಿಲರೂಪಕ್ಕೆ ಬರುವಂತಿದ್ದರೆ ಅದರ ಹರಡುವಿಕೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅಪಾಯ ಹೆಚ್ಚು. ಇದರಿಂದ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೂ ಘನರೂಪದಲ್ಲೇ ಉಳಿಯುವಂತಹ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಬಳಸಬೇಕಾಯಿತು. ಆ ವಸ್ತು ದ್ರವೀಕರಿಸದಿದ್ದರೂ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಕರಗುವಂತಿದ್ದರೂ ಅದರ ಹರಡುವಿಕೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯೊಳಗೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದು ದುಸ್ಸಾಧ್ಯ. ಹೀಗಾಗಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ದ್ರವೀಕರಿಸದ, ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಕರಗುವ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಂ ಟೈಟನೇಟ್ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮಾರ್ಟಿನ್ ಕಂಪೆನಿಯವರು ಅನೇಕ ಪ್ರಸಂಶೋಧನಾ ಫಲಿತಾಂಶವಾಗಿ ಸಿದ್ಧಮಾಡಿಕೊಟ್ಟರು. ಇದರ ದ್ರವೀಕರಣ ಉಷ್ಣತೆಯು ೧೯೧೦°C ಇದ್ದು ಸಾಧಾರಣ ಬೆಂಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಕರಗುವ ಸಂದರ್ಭ ಕಡಿಮೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ಕರಗುವಿಕೆಯು ಬಹು ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದು, ಒಂದುವೇಳೆ ಅಪಘಾತದಿಂದ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿದರೂ ಕರಗಿ ಹರಡದಂತೆ ಉಳಿಯುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳೆಲ್ಲದರಲ್ಲೂ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು $SrTiO_3$ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಈ ಇಂಧನವನ್ನು ಒಡೆಯದಂತಹ ಕಠಿಣ ಲೋಹದ ತಗಡಿನಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಕೊಠಡಿಯೊಳಗೆ ಬಂಧಿಸಿಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಅನೇಕ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಹಳಷ್ಟು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನೇ ಬಳಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ಇತರ ನೇರ ಪರಿವರ್ತನ ವಿಧಾನಗಳು

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ನಾಮ ಜನಕಗಳಂತೆ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರಗಳು. ಇವುಗಳಿಂದಲೂ "ನೇರ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ"ಗಳ ಜೋಡಣೆ ಸಾಧ್ಯ. ಇಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯನ್ನೇ ಹೊರಸೂಸಕ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಋಣಕಣಗಳನ್ನೇ ವಿಸರ್ಜಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಒಂದು ಸಂಗ್ರಾಹಕದ ಕಡೆ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯ ಪರಿವರ್ತನ ಅನುಪಾತವು ಉಷ್ಣವಿದ್ಯುನ್ನಾಮಜನಕಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೂ ಸೂಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ಅಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಈ ತತ್ವವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿಲ್ಲ.

ಇನ್ನೂ ಒಂದೆರಡು ವಿಧಾನಗಳು ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದರೂ ಯಾವುವೂ ಇಲ್ಲಿಯ ವರೆಗೂ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬಂದಿಲ್ಲ. ಸೂಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ದೊರೆಯುವಿಕೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಿರುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕುಶಲತೆ ಬೆಳೆದಲ್ಲಿ ಈ ತಿರುಗುಗಾಲಿರಹಿತ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳು ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೇ ಹೆಚ್ಚಿನಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಒದಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಕಾಲ ಶೀಘ್ರದಲ್ಲಿ ಬರಬಹುದು.

* * *

ಶಬ್ದಕೋಶ

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ — Nuclear energy
ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿವರ್ತನೆ — Direct conversion
ವಿದ್ಯುತ್ಕುಲುಮೆ — Electric furnace
ವಾರ್ತಾಪ್ರಸಾರ — Information Transmitter
ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆ — Fission
ಪರಿವರ್ತನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯತೆ — Conversion efficiency
ವಿದ್ಯುದಾಗಾರ — Power Generating station
ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ — Space
ಹವಾ ಸೂಚನ ಕೇಂದ್ರ — Weather Station
ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ನಾಮ ಕ್ರಿಯೆ — Thermo-electric process

ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿಕಣ ಕ್ರಿಯೆ—Thermionic process

ಉಷ್ಣ ಯಂತ್ರ — Heat Engine

ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ (ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ) — Electrical Conductor

ವಿದ್ಯುದ್ಬಲ — Voltage

ಗುಣಕ — Magnitude

ಖಂಡವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ — Semi conductor

ಶಾಖದ ಆಗರ — Heat Source

ತಂಗು — Sink

ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವತೆ — Heat conductance

ಭಂಗುರ ಸ್ವಭಾವ — Brittle

ಸಮಸ್ಥಾನಿ — Isotope

ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಗ್ರಹಕೋಶ — Storage battery

ಅರ್ಧಜೀವಿತ ಕಾಲ (ಅರ್ಧಾಯು) — Half life

* * *

ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಉಪಯೋಗಗಳು

● ಎನ್. ಜಿ. ಎಸ್. ಗೋಪಾಲ್

ಮಾನವನು ಬಹಳ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಜ್ಞಾನವಿಲ್ಲದೆ ಕಾಲವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಹಿಂದಿನ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಮಾನವನಿಗೆ ಅದರ ಅರಿವಾಯಿತು. ನಮ್ಮ ದೈನಂದಿನ ಆಹಾರಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ^{೪೦} ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲ^{೧೪} ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆ: ೧೫೦ ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೨೦೦,೦೦೦ ಇಂಗಾಲ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪ್ರತಿನಿಮಿಷವೂ ಆಸ್ಫೋಟಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಭೌತ, ರಸಾಯನ ಮತ್ತು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಲು ಅಚಲ ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಹಳ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಸಾಧನಗಳಾಗಿವೆ. ಮೊದಲಿಗೆ ಅಚಲ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಎಂದರೆ ಸ್ಥೂಲ ಜಲಜನಕ, ಇಂಗಾಲ^{೧೩} ಮತ್ತು ಸಸಾರಜನಕ^{೧೫} ಇವುಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಇವುಗಳನ್ನು ಐಸೊಟೋಪ್ ಡೈಲ್ಯೂಷನ್ ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯರೋಹಿತಮಾಪನ (Mass spectrometry)ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈಗ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿ (Radio Isotope)ಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗೊತ್ತುಹಚ್ಚಿ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ ಅಚಲ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಇವು ಆಕ್ರಮಿಸಿವೆ.

ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳುಳ್ಳ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕೇಂದ್ರ ಭಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಕಡಿಮೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳುಳ್ಳ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (Cyclotron) ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಉಪಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಔಷಧರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬೇಕು. ಇವುಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಫಾರ್ಮಾಸ್ಯೂಟಿಕಲ್ಸ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ವಿನಿಮಯ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಗ ಅಥವಾ ಜೈವಿಕ ಸಂಯೋಗಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೇರಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಗುರುತುಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಪ್ರಭಾವ ವಿಕ್ಷೇಪ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ರೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮತ್ತು ರೋಗ ನಿವಾರಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ಪ್ರಭಾವ ವಿಕ್ಷೇಪ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ರೋಗಿಗೆ ಕೊಟ್ಟರೆ, ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿ, ಪಿತ್ತಕೋಶ, ಮೂತ್ರಪಿಂಡ ಇತ್ಯಾದಿ ಇಂದ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲುವಂತಹ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಬಹಳ ಉಪಯೋಗವಾದಂತಹವು. ಈ ಕಿರಣಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯಿಂದ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದ ಗೊತ್ತುಹಚ್ಚಬಹುದು. ದೇಹದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದ ಗುರುತುಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಂತಹ

ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಚಾರ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ತೀಕ್ಷ್ಣ ಕಿರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ದೇಹದೊಳಗಿನ ಇಂದ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಚಿತ್ರಿಸಲೂಬಹುದು. ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ ಕಿರಣಗಳು ಇಂದ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಶೋಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಹೊರಗಿನಿಂದ ಚಿತ್ರಿಸಲು ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕವಾಗುವವು. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಚಿಮುರಿಕೆಯ ತೊಂದರೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಸ್ಥೂಲವಾದ ಅಡ್ಡಣೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ೪೦–೬೦೦ Kev ಶಕ್ತಿಯ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಜೆಲ್ಲುವ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಈ ಕೆಳಗೆ ಕೆಲವು ಇಂದ್ರಿಯಗಳ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವಂತಹ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಔಷಧಿ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ:

ಇಂದ್ರಿಯ		ರಸಾಯನ ವಸ್ತು ಸಮಸ್ಥಾನಿ
ಪಿತ್ತಕೋಶ	:	ರೋಸ್ ಬೆಂಗಾಲ್ — $I^{೧೩೧}$
		ಚಿನ್ನ — $Au^{೧೯೮}$ರ ಕೊಲಾಯ್ಡ್
ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿ	:	ಸೋಡಿಯಂ ಅಯೊಡೈಡ್—$I^{೧೩೧}$
ಗುಲ್ಮ	:	ಕ್ರೋಮಿಯಂ — $Cr^{೫೧}$ ಕೆಂಪು ರಕ್ತ ಕಣಗಳು
ಮೂತ್ರಪಿಂಡ	!	ನಿಯೋ ಹೈಡ್ರಿನ್ — $Hg^{೨೦೩}$
ಮೇದೋಜೀರಕ ರಸಾಶಯ	:	ಸೆಲೆನೊಮೆ ಥೈಯಾನಿನ್ — $Se^{೭೫}$
ಮೆದುಳು	:	ಸೀರಮ್ ಆಲ್ಬುಮಿನ್ — $I^{೧೩೧}$
		ಸೋಡಿಯಂ ಪರ್‌ಟೆಕ್‌ನೇಟೇಡ್– $Tem^{೯೯}$.

ವೈದ್ಯಕೀಯ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಅರ್ಧಾಯು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಲಿ ಅಥವಾ ಅತಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗಲಿ ಇರಬಾರದು. ಕೆಲವು ಗಂಟೆಗಳಷ್ಟು ಅರ್ಧಾಯುವುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಮ ಶಕ್ತಿಯ ಗಾಮಾಕಿರಣಗಳುಳ್ಳ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿಂದ ದೇಹಕ್ಕೆ ದೊರಕುವ ಪರಿಮಾಣ ಮಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಮೂಲ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯ ಅರ್ಧಾಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿನ ಅರ್ಧಾಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇದ್ದರೆ, ಮೂಲ ವಸ್ತುವನ್ನು ಜನರೇಟರ್ ಅಥವಾ 'ಹಸು'ವಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಬಹಳವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇದುವರೆಗೆ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಔಷಧಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಳಸಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿಸಲಾಯಿತು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿಚಾರವನ್ನು ಈಗ ತಿಳಿಯೋಣ:

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಮಾನವನ ಹೃದಯವು ಪ್ರತಿನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ೭೦ ಸಾರಿ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಅಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಊನದಿಂದ, ಅಂದರೆ ಹೃದಯತಡೆ ಆದಾಗ ಬಡಿತವು ಕುಂಠಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಕೃತಕ ಹೃದಯಚಾಲಕ(Pace maker)ಗಳನ್ನು ದೇಹದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಆಗಾಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಹೃದಯವನ್ನು ಅದುರಿಸಿ ಪುನಃ ಸ್ಪಂದನವನ್ನು ಯಥಾಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುತ್ತದೆ. ೧೯೭೦ರಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸುಮಾರು ೫೦,೦೦೦ ಹೃದಯಚಾಲಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದಾರೆಂದು ವರದಿ ಆಗಿದೆ. ಈಗ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ೨೩೮ನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಸಾಧನವನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಅಂಗೈಯಷ್ಟು ಅಗಲವಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ಮೊದಲು ರೋಗಿಯ ಹೃದಯ ಚಲನೆಗೆ ಅಥವಾ ಹೃದಯ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಪಂಪುಗಳ ಚಲನೆಯಿಂದ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸರಿಯಾದ ವೇಗದಲ್ಲಿಟ್ಟು ಹೃದಯ ಚಲನೆಗೆ ಅನುಕೂಲ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಕೆಲವು ಸಲ ಹೃದಯವನ್ನೇ ತೆಗೆಯಬೇಕಾದ ಪ್ರಮೇಯ ಬಂದಾಗ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ೨೩೮ ಅಳವಡಿಸಿರುವಂತಹ ಶಕ್ತಿ ಸಾಧನವನ್ನು ಉದರದ ಗುಳಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಅದರಿಂದ ನಿಜವಾದ ಹೃದಯದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಈ ಕೃತಕ ಸಾಧನದಿಂದ ನಡೆಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದು ಇನ್ನೂ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿದೆ.

ಇತರ ದೇಶಗಳ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಯೋಜನೆಯಂತೆ ನಮ್ಮ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲೂ ಬಹಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಗುಪ್ತರೋಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮತ್ತು ಆಯಾ ರೋಗಪೀಡಿತ ಅಂಗಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

* * *

ರಿಯಾಕ್ಟರ ಪದಾರ್ಥಗಳ ರೋಹಿತೀಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ

● ಡಾ|| ರಾ. ಮ. ದೀಕ್ಷಿತ

ಮುನ್ನುಡಿ :

ರೋಹಿತ ಶಾಸ್ತ್ರವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿಷಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ. ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ತಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಇದು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಒಂದು ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಾಧನೆಯಾಗಿದೆ. ರೋಹಿತೀಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಪದ್ಧತಿಗಳು ತಮ್ಮವೇ ಆದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳಿಂದ ಕೂಡಿವೆ. ಈ ತೀವ್ರವಾದ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಹಲವು ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಪ್ರಮಾಣದ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲಕ್ಕೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ನಮೂನೆಯು (Sample) ಕೇವಲ ಕೆಲ ಮಿಲಿಗ್ರಾಂ ತೂಕದ್ದು ಮಾತ್ರ. ಪರಿಶುದ್ಧ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಪದಾರ್ಥಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಪ್ರಮಾಣದ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ತೀವ್ರವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣಗಳ ಪದ್ಧತಿಗಳಿಗಿಂತ ವರ್ಣರೋಹಿತ ಪದ್ಧತಿಗಳು ಶ್ರೇಷ್ಠವಾಗಿವೆ. ಮುಖ್ಯ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಪದಾರ್ಥಗಳಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಮತ್ತು ಥೋರಿಯಂ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಕಾಶೀಯ ರೋಹಿತ ಚಿತ್ರಕೀಯ ಪದ್ಧತಿಯೊಂದೇ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ.

ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ರೋಹಿತೀಯ ಪದ್ಧತಿಗಳು ಪ್ರಕಾಶೀಯ ರೋಹಿತ ಪದ್ಧತಿಗಳಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗಿವೆ. ಒಂದು ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳನ್ನು, ಯುರೇನಿಯಮ್‌ದಲ್ಲಿ ಥೋರಿಯಮ್ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ರೋಹಿತ ಪದ್ಧತಿಗಳು ಉಳಿದ ರೋಹಿತೀಯ ಪದ್ಧತಿಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಅನುಕೂಲವಾಗಿವೆ.

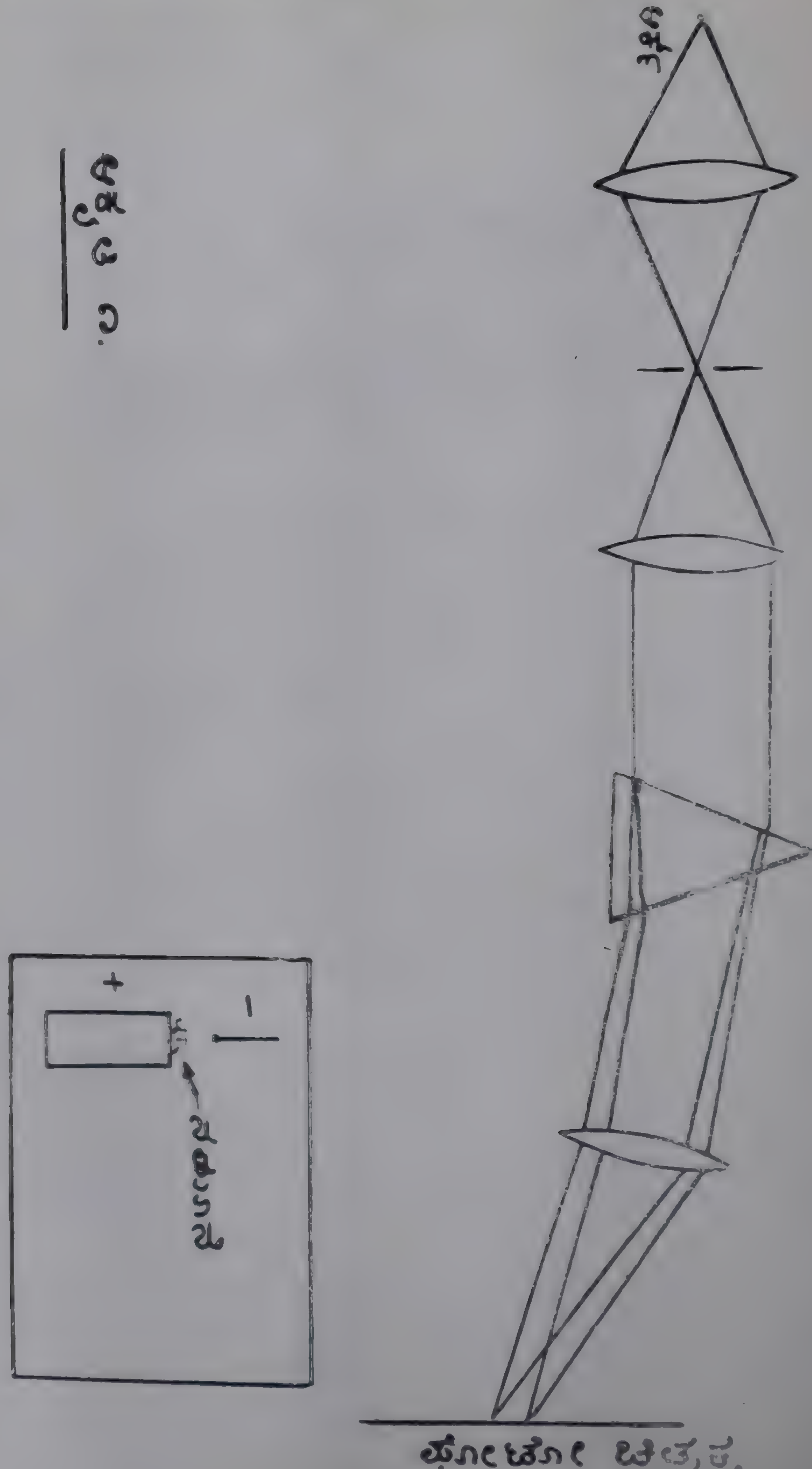
ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಪದಾರ್ಥಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ರೋಹಿತೀಯ ಪದ್ಧತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ವಿಶ್ಲೇಷಣ ವಿಧಾನಗಳು :

ರೋಹಿತೀಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ವಿಧಾನಗಳ ಸಾರಾಂಶವನ್ನು ಕೋಷ್ಟಕ-೧ ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಡಿ. ಸಿ. ಆರ್ಕ್ ಉತ್ತೇಜಿತ ಪ್ರಕಾಶೀಯ ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಉತ್ಸರ್ಜನ ಪದ್ಧತಿಗಳು ಮಾತ್ರ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯುಕ್ತವಾದುದರಿಂದ ಈ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಎರಡು ರೋಹಿತೀಯ ವಿಧಾನಗಳಿಗಷ್ಟೇ ಸೀಮಿತಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

೧. ಡಿ. ಸಿ. ಆರ್ಕ್ ವಿಧಾನ : ಇದು ಒಂದು ಸರ್ವೋಪಯೋಗಿ ರೋಹಿತೀಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ವಿಧಾನ. ಇದರ ಪ್ರಯೋಗದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಆಕೃತಿ ೧ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ನಮೂನೆಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೆಳಗಿನ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವ(Electrode)ದಲ್ಲಿ ಇಡಲಾಗುವುದು. ಆರ್ಕ್

ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಕೂಡಲೇ ನಮೂನೆಯು ಆರ್ಕ್ ವಲಯ ವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಅವರಲ್ಲಿರುವ ವಿವಿಧ ರಮಾಣುಗಳು ಉತ್ತೇಜಿತ ಹೊಂದಿ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿಗೆ ತನ್ನದೇ ಆದ ವಿಶಿಷ್ಟ



ಚಿತ್ರ ೧.

ರೋಹಿತವಿರುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುಗಳ ರೋಹಿತವು ಅನೇಕ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವೇದಿ (Sensitive) ರೇಖೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ ಅದರ ಪ್ರಭೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲಾಗುವುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ ರೋಹಿತ ರೇಖಾಪ್ರಭೆಯು ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿಯ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆಯ (Concentration) ಸಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದು. ಕೆಲವು ಮಾನಕ (Standard) ನಮೂನೆಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ರೋಹಿತ ರೇಖಾಪ್ರಭೆ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆಗಳ ಆಲೇಖವನ್ನು ತೆಗೆಯಲಾಗುವುದು. ಈ ಆಲೇಖದ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ರೇಖಾಪ್ರಭೆಯನ್ನು ಅಳೆದು ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗುವುದು.

ಪ್ರಯೋಗ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವ ಚಿಕ್ಕ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು "ಆಂತರಿಕ ಮಾನಕ"ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಂತರಿಕ ಮಾನಕವಾದ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ರೇಖಾಪ್ರಭೆಯು ಪ್ರಯೋಗ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವ ಬದಲಾವಣೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯು ವಿಶ್ಲೇಷಣೀಯ ಮೂಲ ಧಾತುವಿನ ರೇಖಾಪ್ರಭೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುವುದು. ಇವೆರಡೂ ರೇಖಾಪ್ರಭೆಗಳ ಅನುಪಾತವು ಮಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದು. ಈ ರೇಖಾಪ್ರಭೆ ಅನುಪಾತ ಹಾಗೂ ಸಾಂದ್ರತೆಗಳ ಆಲೇಖವನ್ನು ರಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

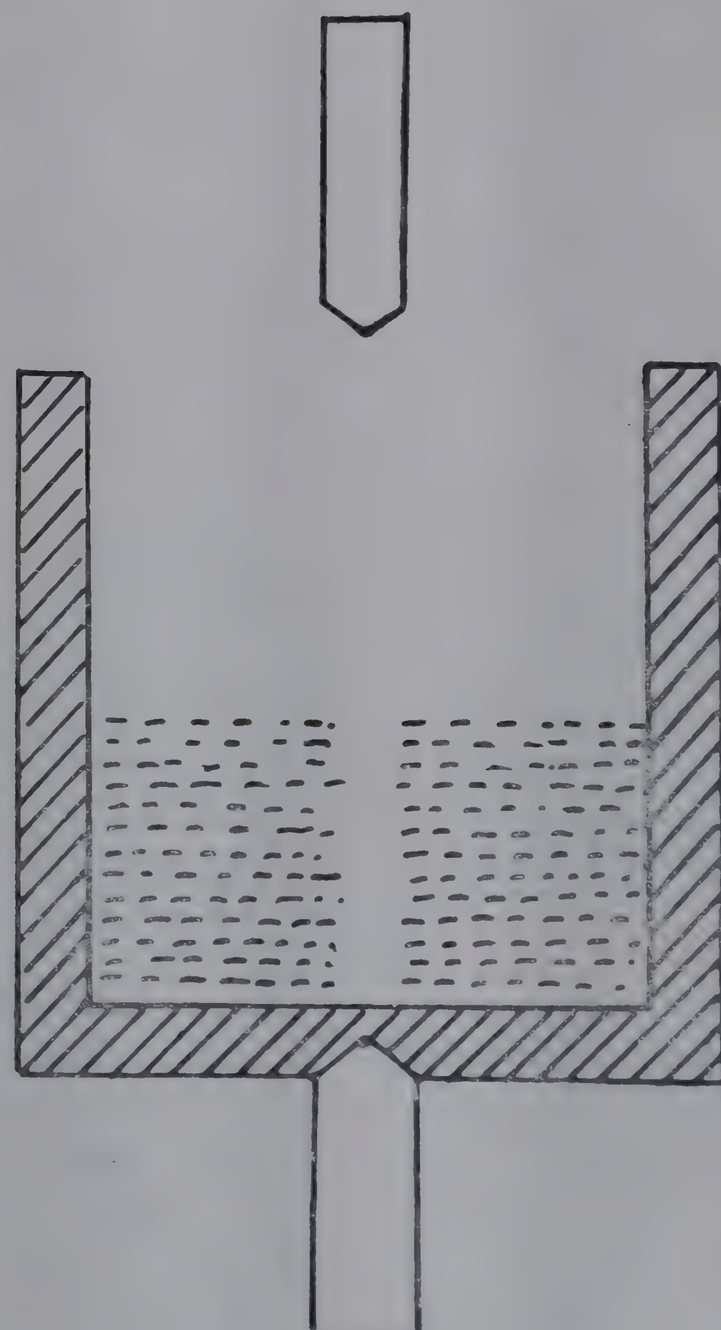
ವಿವಿಧ ನಮೂನೆಗಳಿಗೆ ಡಿ. ಸಿ. ಆರ್ಕ್ ವಿಧಾನವು ಯೋಗ್ಯವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದರೂ ಯುರೇನಿಯಂ/ಥೋರಿಯಂ ಇವುಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಡಿ. ಸಿ. ಆರ್ಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟು ಅಶುದ್ಧಿ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆಂದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ/ಥೋರಿಯಂ ಇವುಗಳ ರೇಖಾ ರೋಹಿತವು ಬಹಳ ಜಟಿಲವಾದದ್ದು. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಂಭವಿಸುವ ರೇಖಾನುಕಲನದ ಆತಂಕ (Line interference) ಮತ್ತು ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರಭೆಯ ಹೆಚ್ಚಳ ಇವುಗಳಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೀಯ ರೇಖಾಪ್ರಭೆಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು ಕಠಿಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಯುರೇನಿಯಂ/ಥೋರಿಯಂ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು "ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ" (Carrier distillation) ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. Scribner ಮತ್ತು Mullin[9] ಇವರು ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಮೊದಲಬಾರಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಈ ವಿಧಾನವು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿ ಮಿಶ್ರಿಸಿದ ವಾಹಕವು ಶಾಖನಿರೋಧಕ (Refractory) ನಮೂನೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವದಲ್ಲಿಯೇ ಸುಪ್ತವಾಗಿಟ್ಟು ಅದರಲ್ಲಿಯ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಆರ್ಕ್ ವಲಯದಲ್ಲಿ ತಂದುಬಿಡುತ್ತದೆ.

ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುವ ವಾಹಕದ ಪ್ರಮಾಣವು ಕೆಲ ಶತಾಂಶದಷ್ಟು ಇರುವದು. ವಾಹಕದ ಅಯೋನೀಕರಣ ವಿಧಾನ (Ionisation potential) ಸಾಕಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದರ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದು ಮಧ್ಯಮವಾಗಿರಬೇಕು.

ವಾಹಕ ಮಿಶ್ರಿತ ಶಾಖನಿರೋಧಕ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಆಕೃತಿ ೨ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಧ್ರುವಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಲಾಗುವದು. ಈ ತರಹದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಧ್ರುವಗಳಿಗೆ 'ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಧ್ರುವ' ಎಂದು ಹೆಸರು. ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವದಲ್ಲಿ ತುಂಬಿದ ನಮೂನೆಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಕೊಳವೆಯ ಆಕಾರದ ಸಂದು ರಚಿಸಲಾಗುವುದು. ಈ ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವವು ಚಿಕ್ಕ ವ್ಯಾಸದ ಬೇರೊಂದು ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವದ ಮೇಲೆ ಆಧಾರಿತವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಆಕೃತಿ ೨ ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು.

ಡಿ. ಸಿ. ಆರ್ಕ್ ಪ್ರಾರಂಭವಾದಕೂಡಲೇ ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವವು ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಉಷ್ಣತೆಯು ವಹನದಿಂದ ಹರಿದುಹೋಗದಂತೆ ಮಾಡುವುದೇ ಚಿಕ್ಕವ್ಯಾಸದ ಆಧಾರ ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವದ ಕಾರ್ಯ. ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವವು ಸಾಕಷ್ಟು ಉಷ್ಣತೆ ಪಡೆದಾಗ ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿಯ ವಾಹಕವು ಅಶುದ್ಧಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಬಾಷ್ಪೀಕರಣ ಹೊಂದಿ ಆರ್ಕ್ ವಲಯವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನ ಉಪಯೋಗಿಸುವಲ್ಲಿ ನಮೂನೆಯು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಶಾಖನಿರೋಧಕ ಗುಣವುಳ್ಳದಾದುದರಿಂದ ಅದು ಆರ್ಕ್ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಬರುವ ಸಂಭವ ಕಡಿಮೆ. ಈ ರೀತಿ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ಹೊಂದಿ ಆರ್ಕ್‌ದಲ್ಲಿ ಬರುವ ವಾಹಕ ಮತ್ತು ಅಶುದ್ಧಿ ಬಾಷ್ಪಗಳಿಗೆ ಸರಳ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಡುವುದೇ ಕೊಳವೆಯ ಆಕಾರದ ಸಂದಿನ ಉದ್ದೇಶ. ಆರ್ಕ್‌ದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇ

ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ವಿಧಾನ.



ಆಕೃತಿ ೨.

[illegible]ದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹಕವೇ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಆರ್ಕ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾನವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ಅದರವೇ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವಾಗಿದೆ. ಸಾಕಷ್ಟು ಆರ್ಕ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾನವನ್ನು ಗಳಿಸಲು ಹೆಚ್ಚು ಅಯೋನೀಕರಣ ವಿಭವವುಳ್ಳ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಯೋಗ್ಯ.

ಅಶುದ್ಧಿಗಳು ವಾಹಕದೊಂದಿಗೆ ಆರ್ಕ್‌ದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಲು ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವದ ಒಳಗಡೆ ನಡೆಯುವ 'ಶಾಖೀಯ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ'ಗಳು ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ 'ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ಕ್ರಿಯೆ'ಯನ್ನು ಅತಿ ಸರಳವಾಗಿ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಇಷ್ಟು ಸರಳವಾಗಿರದೆ ಹೆಚ್ಚು ಜಟಿಲವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಇತ್ತೀಚಿನ ಕೆಲ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ನಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ೫% Ag Cl ವನ್ನು ವಾಹಕವಾಗಿಯೂ Ga ೨೫೦೦A ರೋಹಿತ ರೇಖೆಯನ್ನು 'ಆಂತರಿಕ ಮಾನಕ' ರೇಖೆಯೆಂದೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಖಚಿತಪಡಿಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. Ag Cl ಇದರ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದು ೧೭೫೦°C ಇದ್ದು Ag ದ 'ಅಯೋನೀಕರಣ ವಿಭವ'ವು ೭.೫ ev ಇದೆ. ಆದುದರಿಂದ Ag Cl ಸಂಯುಕ್ತವು ಮಾದರಿ ವಾಹಕವಾಗಿದೆ. 'ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ' ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಆಕ್ಸಾಯ್ಡ್ ($u_{೩}o_{೮}$) ನಮೂನೆಯು ಕೇವಲ ೧೦೦ ಮಿ. ಗ್ರಾಂ. ದಷ್ಟು.

ರಶಿಯನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು 'ನಿರ್ವಾತ ಬಾಷ್ಪೀಕರಣ' ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಯುರೇನಿಯಂ ಅಥವಾ ಬೇರೆ ಶಾಖನಿರೋಧಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸಿ ಬೇರೊಂದು ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವದ ಮೇಲೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಇಸ್ರಾಯಿಲದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು Avni et al[೩] 'ಋಣ ಧ್ರುವ ಪದರು' ಪದ್ಧತಿ (Cathode layer technique) ಯಿಂದ $u_{೩}o_{೮}$ ಹಾಗೂ $Tho_{೨}$ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ೩೨ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ವಿಧಾನವು ಉಳಿದೆಲ್ಲ ವಿಧಾನಗಳಿಗಿಂತ ಸರಳವಾಗಿದ್ದು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಇದೇ ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿಸುವ ಯುರೇನಿಯಮ್‌ದ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಕೋಷ್ಟಕ ೨ ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ವಾಹಕ ಊರ್ಧ್ವಪತನ ಪದ್ಧತಿಯು ಯುರೇನಿಯಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಯೋಗ್ಯವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದರೂ, ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಅಯೋಗ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಆಕ್ಸಾಯ್ಡ್‌ಗಳು 'ಶಾಖನಿರೋಧಕ' ಗುಣಹೊಂದಿರುವುದೇ ಕಾರಣ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಯುರೇನಿಯಂ/ಥೋರಿಯಂ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಇವುಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಡಿ. ಸಿ. ಆರ್ಕ್ ವಿಧಾನದಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬಹುದು. ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹದ ರೋಹಿತವೂ ಜಟಿಲವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಕೈಕೊಳ್ಳಲು ಹೆಚ್ಚು ವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (Dispersive power)ವುಳ್ಳ ರೋಹಿತಗ್ರಾಹಕ (Spectrograph) ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಅನುಕೂಲ.

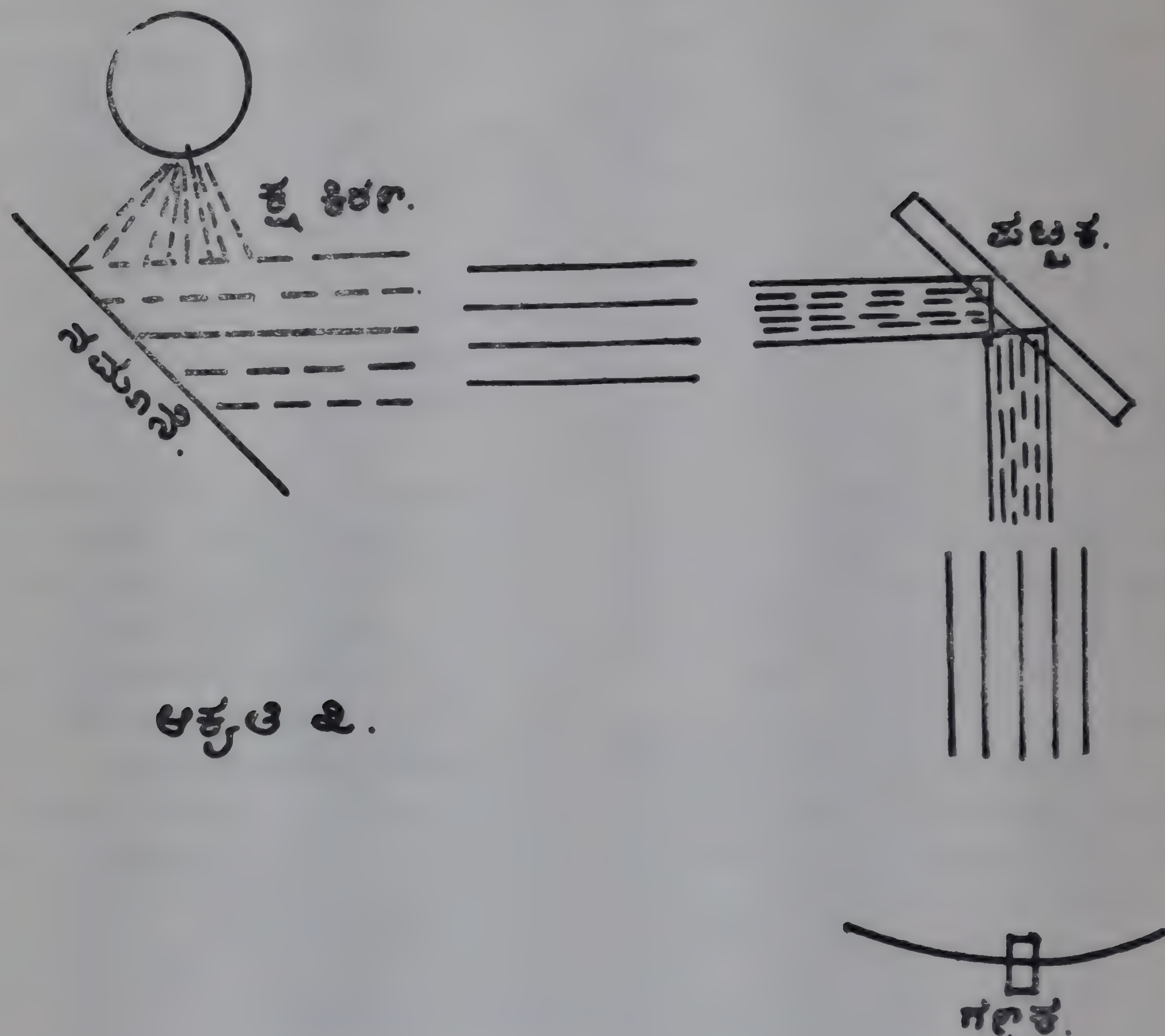
ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ೫೦ ಗ್ರಾಂ ಯುರೇನಿಯಮ್‌ದಲ್ಲಿರುವ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹ ಅಶುದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲಾಗುವುದು. ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹ ಅಶುದ್ಧಿಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಕೋಷ್ಟಕ ೩ ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. Eu ಹಾಗೂ Gd ಇವುಗಳನ್ನು ೦.೦೪ ದಶಲಕ್ಷಾಂಶದಷ್ಟು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು.

೨. ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ರೋಹಿತೀಯ ವಿಧಾನ :

ಎಲ್ಲ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ರೋಹಿತವು ಬಹಳ ಸರಳವಾದದ್ದು. ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಥೋರಿಯಂನಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಇವು ಪ್ರಕಾಶೀಯ ರೋಹಿತ ವಿಧಾನಗಳಿಗೆ ಕಠಿಣವಾಗಿದ್ದರೂ ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಪದ್ಧತಿಯಿಂದ ಸುಲಭವಾದದ್ದು ಇದೊಂದು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಈ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುವ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ಆಕೃತಿ ೩ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಕ್ಷ-ರೋಹಿತವನ್ನು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಪ್ರದೀಪಿತಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಪ್ರದೀಪ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಧಾಯಿಕ (Collimator) ಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗಿಸಿ ಪಟ್ಟಕ (Crystal)ದ ಮೇಲೆ ಬೀರಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಕದಿಂದ ಪಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದ ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ತರಂಗಾಂತರಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ (ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನೋಡಿರಿ) ಚದರುತ್ತವೆ.

$$೨\, d \sin\theta = n\lambda$$



ಆಕೃತಿ ೩.

ಒಂದು ಕೋನ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಂದು ತರಂಗಾಂತರದ ಕ್ಷ-ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಲಭ್ಯವಿರುತ್ತವೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ರೋಹಿತಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಕೋನ ದಿಶೆಯನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿ ಅಲ್ಲಿ ಕ್ಷ-ಫೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಲಾಗುವುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕ್ಷ-ಫೋಟಾನದ ಎಣಿಕೆಯು ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಗೆ ಸಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯ (ಹೆಚ್ಚು ತರಂಗಾಂತರ) ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಲು 'ಅನುಪಾತ ಗಣಕ' (Proportional counter) ವನ್ನು ಹಾಗೂ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯ (ಕಡಿಮೆ ತರಂಗಾಂತರದ) ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಫೋಟಾನ್ ಎಣಿಸಲು 'ಮಿನುಗು ಗಣಕ' (Scintillation counter) ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಘನರೂಪಿ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಪದರುಗಳ ಬಿಲ್ಲೆಯ (Pellet) ರೂಪ ಕೊಡಲಾಗುವುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಬೋರಿಕ್ ಆಸಿಡ್, ಹಿಟ್ಟು, ಸೆಲ್ಯುಲೋಜಪುಡಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಕ(Binder)ಗಳೆಂದು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಬಿಲ್ಲೆಗಳನ್ನು ನಮೂನೆಯು ಕೋಣದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟು ಪ್ರದೀಪ್ತಿಸುವ ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಕೋನ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಎಣಿಸಲಾಗುವುದು.

ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಪದ್ಧತಿಗಳು Z<೧೧ (ಅಂದರೆ Atomic no.<೧೧) ಇರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಲು ಇದುವರೆಗೆ ಕಠಿಣವಾಗಿದೆ.

ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಇದು ಒಂದು ಮಾದರಿಯ (ideal) ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳ L ಕ್ಷ-ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಥೋರಿಯಂನಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಪ್ರಮಾಣ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಹ L-ಕ್ಷ-ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ Ca ಪ್ರಮಾಣ ನಿರ್ಣಯಿಸಲು Ca Kα ರೇಖೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೋಷ್ಟಕ-೩ರಲ್ಲಿ ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ರೋಹಿತ ಪದ್ಧತಿಯಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲಾಗುವ ನಮೂನೆಗಳ ಕೆಲ ವಿವರಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಗಳಿಗಾಗಿ ಸಂದರ್ಭ ೫ ರಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು.

ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ :

Fabry - Perot ತರಂಗ ಸಂಕಲನ ಮಾಪಕ (Interferometer) ದಿಂದ u^{೨೩೫}/u^{೨೩೮} ಮತ್ತು Li^{೬}/Li^{೭} ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಪದ್ಧತಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ.[೪]

ರೋಹಿತ ಪಟ್ಟಿ (Band spectrum)ಯ ಸಹಾಯದಿಂದ B^{೧೦} ಹಾಗೂ B^{೧೧} ಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.[೫]

ರಕ್ತ ವರ್ಣಾತೀತ ಅಪಶೋಷಣೆ ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ B^{೧೦}-B^{೧೧} ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.[೬]

Fassel ಅವರ ಗುಂಪು[೭] ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಉತ್ತೇಜಿತ ಪ್ರದೀಪ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಯುರೇನಿಯಂ/ಥೋರಿಯಂನಲ್ಲಿ ೧೦$^{-೧೨}$ ರಷ್ಟು ಕೆಲ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರಕಾಶೀಯ ರೋಹಿತೀಯ ಪದ್ಧತಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಚಾರಗಳು ಹೊರಬರುತ್ತಲಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಅಪಶೋಷಣೆ (Atomic absorption) ವಿಧಾನ, ಪರಮಾಣು ಪ್ರದೀಪ್ತಿ ವಿಧಾನ, ಲೇಸರ ಕಿರಣಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ, ನಮೂನೆಯನ್ನು ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸುವ ವಿಧಾನ ಮುಂತಾದವುಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿವೆ.

ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ರೋಹಿತೀಯ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ Li ದಿಂದ ಕೂಡಿದ Sulicon ಅಥವಾ Germanium ಅಂಶವಾಹಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ "ಶಕ್ತಿ ಪ್ರಸರಣೆ" (Energy dispersive)ಯ ವಿಧಾನವೊಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ತಲೆ ಎತ್ತಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿರುವ 'Auger ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ರೋಹಿತೀಯ' ವಿಧಾನವು ಹಗುರ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೂ ಹಾಗೂ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸಂಯೋಜಕ ರೂಪದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಬಹಳ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಬಹು ವಿಧವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ರೋಹಿತೀಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ವಿಧಾನಗಳಿಗೆ ಉಜ್ವಲ ಭವಿಷ್ಯ ಕಾದಿದೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

*

ಕೋಷ್ಟಕ ೨

ಯುರೇನಿಯಮ್‌ದಲ್ಲಿಯ ಅಶುದ್ಧಿಗಳು :

ಮೂಲವಸ್ತು	ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (ದಶಲಕ್ಷಾಂಶದಲ್ಲಿ)
B, Be, Cd	೦.೧ ರಿಂದ ೫
Co, Mn, Ni, Sn	೧ ರಿಂದ ೨೦
Bi, Cu, In, Mo, Pb, Sb	೨ ರಿಂದ ೫೦
Ti, V	೫ ರಿಂದ ೫೦
Zn	೨೦ ರಿಂದ ೨೫೦

ಕೋಷ್ಟಕ ೩

ಯುರೇನಿಯಂ/ಥೋರಿಯಂದಲ್ಲಿಯ ವಿರಳ ಮೃಲ್ಲೋಹ ಅಶುದ್ಧಿಗಳು:

ಮೂಲವಸ್ತು	ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ(ದಶಲಕ್ಷಾಂಶದಲ್ಲಿ)
Gd, Eu	೦.೦೪ ರಿಂದ ೧
Dy, Er, Sm	೦.೧ ರಿಂದ ೨
Ce	೧.೨ ರಿಂದ ೪

ಕೋಷ್ಟಕ ೪

ಕ್ಷ ಕಿರಣ ರೋಹಿತೀಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ

ಪದಾರ್ಥ	ಮೂಲವಸ್ತು	ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ
ಯುರೇನಿಯಂ	Ca, Th, Zn	೨೦ ರಿಂದ ೫೦೦ ದಶಲಕ್ಷಾಂಶ
	Br. Cl	೨೦ ರಿಂದ ೧೦೦೦೦ ,,
ಥೋರಿಯಂ	U, Zn, Zr	೨೦ ರಿಂದ ೧೦೦೦೦ ,,
La_2O_3	Ce, Pr, Nd, Sm, Y	೦.೦೦೫ ರಿಂದ ೧.೦%
Nd_2O_3	Ce, Eu, Gd, Pr, Y	,,
Pr_6O_{11}	La, Ce, Nd, Sm	,,
Sm_2O_3	Ce, Pr, Nd, Eu, Gd, Y	,,
Gd_2O_3	Sm, Eu, Th, Dy, Ho, Yb,Y	,,
Dy_2O_3	Eu, Gd, Ho, Tb, Er, Y	,,

*

ರೋಹಿತೀಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ವಿಧಾನಗಳು

- ಅವಶೋಷಣ (Absorption)
  - ಪರಮಾಣು ಅವಶೋಷಣೆ (Atomic Absorption)
  - ನೀಲಲೋಹಿತ ಅವಶೋಷಣೆ (U.V.Absorption)
  - ರಕ್ತಪರಾಕೀಶಿತ ಅವಶೋಷಣೆ (I.R.Absorption)
- ಉತ್ಸರ್ಜನ (Emission)
  - ಕ್ಷ-ಕಿರಣ (x-Ray)
  - ಪ್ರಕಾಶೀಯ (Optical)
    - ಪ್ರದೀಪ್ತಿ (Fluorescence)
      - ಪರಮಾಣು ಪ್ರದೀಪ್ತಿ Atomic Fluorescence
      - ಪ್ರಕಾಶೀಯ ಉತ್ತೇಜಿತ ಪ್ರದೀಪ್ತಿ Optically Excited Fluorescence
      - ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಉತ್ತೇಜಿತ ಪ್ರಕಾಶೀಯ ಪ್ರದೀಪ್ತಿ X-Ray Excited Optical Fluorescence
    - ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ತೇಜಿತ (Electrically Excited)
      - ಡಿ.ಸಿ. ಆರ್ಕ್
      - ಎ.ಸಿ. ಆರ್ಕ್
      - ಸ್ಪಾರ್ಕ್

ಗ್ರಂಥಋಣ

1 V. B. Kartha and N. A. Narasimham. Report— **BARC**—684 (1973).

2 B. F. Scribner and H. R. Mullin, **Journal of Resarch NBS**, 379 (1946).

3 R. Avni, **Spectrochimimica Acta B** 23(9) 619 (1968)

4 **BARC**-508 (1970), S. A. Ahmed and G. D. Saksena.

5 S. L. N. G. Krishnamachari and B. R. Vengasarkar, **Isotopic assay of Boron-10 in Boron trifluoride by Spectroscopic method**—Report No. AEET/Spec/12 (1964).

6 Unpublished work.

7 A. P. D'Silva and V. A. Fassel.
Analytical applications of x-ray excited optical fluorescence.
Anal.Chem-Vol.43. No. 11. P.1406 (1971).

* * *

ಸಮುದ್ರಾಹಾರಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಅಣುವಿಕಿರಣದ ಉಪಯೋಗ

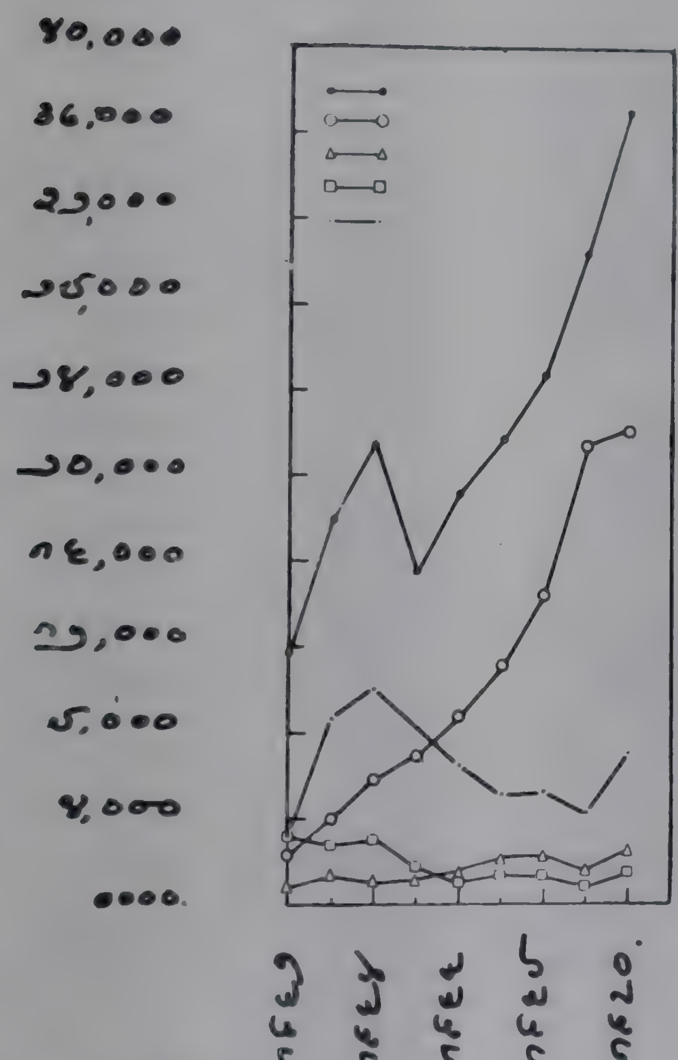
● ಡಾ|| ಉಮೇಶ ಶಿ. ಕುಮಠಾ

ಸುಮಾರು ೪೫೦೦ ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಡಲ ಕಿನಾರೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಭಾರತ, ಮತ್ಸ್ಯ ಉತ್ಪಾದನೆ ಹಾಗೂ ನಿರ್ಯಾತಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ದೇಶವೆನ್ನಿಸಿರುವದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯವಿಲ್ಲ. ವಿವಿಧ ಜಾತಿಯ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಈಗ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು, ಶೈತ್ಯೀಕರಿಸಿಯೋ, ಒಣಗಿಸಿಯೋ ಇಲ್ಲವೆ ಕ್ಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾದಿರಿಸಿಯೋ ಪರದೇಶಗಳಿಗೆ ರಫ್ತುಮಾಡುವ ಸಂಪ್ರದಾಯ ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ವೃದ್ಧಿಯಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ ೧ ನೋಡಿದಾಗ ಸದ್ಯದ ಎಂಟು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಊರ್ಜಿತಗೊಂಡ ಸಮುದ್ರಾಹಾರಗಳ ರಫ್ತಿನ ಏರಿಕೆಯು ಗಮನಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಈಗ ಭಾರತ ಸುಮಾರು ೩೫೫ ಮಿಲಿಯ ರೂಪಾಯಿ ಬೆಲೆಬಾಳುವ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ೩೭,೦೦೦ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು ಮತ್ಸ್ಯಗಳನ್ನು ಅಮೇರಿಕಾ, ಜಪಾನ ಮತ್ತು ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಗಳಂತಹ ದೇಶಗಳಿಗೆ ರಫ್ತುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ರಫ್ತಿನಲ್ಲಿ ಶೇ. ೬೫ ರಷ್ಟರ ಮೌಲ್ಯದ ಸಿಗಡಿ ಮೀನೇ ಹೊರಸಾಗುತ್ತದೆಂದರೆ ನಮ್ಮ ಮತ್ಸ್ಯ ಸಂಪನ್ನತೆಯ ಮೂಲಸಾಮುಗ್ರಿಯ ಪರಿಚಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಭಾರತದ ಸಮುದ್ರ ಕರಾವಳಿಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿಯಲಾದ ವಿವಿಧ ಜಾತಿಯ ಮೀನುಗಳ ಅಂಕಿ-ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಖ್ತೆ ೧ ರಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಮತ್ಸ್ಯೋದ್ಯಮ ಹಾಗೂ ಮತ್ಸ್ಯ ಮೂಲ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತವು ಭಾರಿ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಿರುವುದು ನಿಜವಾದರೂ ಮೀನುಗಳ ವಿವಿಧ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ, ಇಲ್ಲವೆ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಖಾದ್ಯಕ್ಕೆ ಅನುಗೊಳಿಸುವ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಆರು ತಿಂಗಳಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಶೇ. ೫೦ ರಷ್ಟು ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳ ಕಾರ್ಯಸ್ತಬ್ಧತೆ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕಾರಕವೇ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ದೇಶದಾದ್ಯಂತ ಸಮುದ್ರಜನ್ಯ ಮತ್ಸ್ಯಗಳ ಹಿಡುವಳಿಯ ಶೇ. ೬೯ ರಷ್ಟು ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳ ಮುಖವನ್ನೇ ನೋಡದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಜನಸಾಮಾನ್ಯನತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ದೈನಂದಿನ ಉಪಯೋಗವಾಗುವ ಮೀನು ಹಾಗೂ ಗೊಬ್ಬರವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುವ ಮೀನು ಸೇರಿದೆ. ಭಾರೀ ಪ್ರಮಾಣದ ಶೈತ್ಯೀಕರಣ ಅಥವಾ ಬರ್ಫದ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲೆ ಕರಾವಳಿ ಬಿಟ್ಟು ಒಳನಾಡಿಗೆ ಸಾಗಿಸುವ ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾದ ವಿಧಾನಗಳು ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಬೆಳೆದುಬಂದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ದುಬಾರಿ ಬೆಲೆಯ ಮೀನಿನ ಬಹುಪಾಲು ಹಾಳಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಕರಾವಳಿಯ ಜನಗಳ ದಿನಬಳಕೆಯ ಆಹಾರ ಸಾಮುಗ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೀನು ಒಂದು ಆವಶ್ಯಕತೆಯಾಗಿ ಬೆಳೆದುಬಿಟ್ಟಿದ್ದು ಒಂದು ಕಡೆಯಾದರೆ, ಒಳನಾಡಿನ ಎಷ್ಟೋಪಾಲು ಜನ ವರ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ಮೀನಿನ ಮುಖವನ್ನೇ ನೋಡಿರುವದಿಲ್ಲವೆಂಬ ಸತ್ಯ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಎನಿಸಿ, ಭಾರತದ ಜನಸಾಮಾನ್ಯನ ಸರಾಸರಿ

ಚಿತ್ರ ೧. ಸಮುದ್ರೋತ್ಪಾದನೆಗಳ ನಿರ್ಯಾತ ೧೯೬೨-೭೦ ರ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದಾರಿ.



—• ಒಟ್ಟು ಮೌಲ್ಯ
o—o ಶೀತಲ ಕರಿಸಿದ್ದು.
▲—▲ ಕ್ಯಾನಿನಲ್ಲಿರಿಸಿದ್ದು.
▫—▫ ಒಣಗಿಸಿದ್ದು.
.—. ಒಣ ಮೀನು.

} ನಿಗದಿ ಮೀನು.

ಕೃತಿ:- ಸಮುದ್ರೋತ್ಪಾದನ ನಿರ್ಯಾತ ಮಂಡಲ, ಕೊಚೀನ.

ವರ್ಷವೊಂದರ ಮತ್ಸ್ಯೋಪಯೋಗ ಕೇವಲ ೨ ಕೆ. ಜಿ. ಯಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಶ್ರೀಲಂಕೆಯ ೯ ಕೆ. ಜಿ. ಯೊಂದಿಗೆ, ಕೋರಿಯಾದ ೨೨ ಕೆ.ಜಿ., ಜಪಾನಿನ ೪೯ ಕೆ.ಜಿ. ಇಲ್ಲವೆ ನಾರ್ವೆ ದೇಶದ ೬೫ ಕೆ. ಜಿ. ಯೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ, ಭಾರತ ಮತ್ಸ್ಯಸಂಪನ್ನ ದೇಶವೆನಿಸಿಯೂ ಅದರ ಪೂರ್ಣ ಉಪಯೋಗ ಪಡೆಯುವದರಲ್ಲಿ ವಿಫಲವಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಸರಕಾರ ಹಾಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿ, ಮತ್ಸ್ಯೋದ್ಯಮ ಹಾಗೂ ಕೈಗಾರಿಕೆಯನ್ನು ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸುಭದ್ರವಾದ ತಳಪಾಯದ ಮೇಲೆ ನಿಲ್ಲಿಸುವ ಬಗೆಗೆ ಹಲವಾರು ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಹಾಕಿಕೊಂಡಿವೆ. ಈ ಯೋಜನೆಗಳ ಮೂಲ ಉದ್ದೇಶವಂತೂ, ಮೀನು ಕೆಡದಂತೆ, ಸರಿಯಾಗಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಿಡುವ ಉಪಾಯಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಾಗಿದೆ.

ಅಣುಶಕ್ತಿ ವಿಕಿರಣದ ಮೂಲಕ ಮತ್ಸ್ಯಸಂರಕ್ಷಣೆ ಮಾಡುವದಕ್ಕೆ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಅವಕಾಶಗಳು :

ಕಡಲಿನಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಕಿನಾರೆಯಲ್ಲಿಯ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ, ಅವುಗಳಿಂದ ತಿನ್ನಲು ಅನರ್ಹವಾದ ತಲೆ, ಬಾಲ ಹಾಗೂ ಒಳಾಂಗಗಳನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡುವ ಮುನ್ನ ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಕೆಲಸಗಳಲ್ಲೆ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ಹೀಗೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದ ಮೀನಿನ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಗೊಬ್ಬರಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೈಗೊಂಡದ್ದಾದರೆ, ಸದ್ಯ ಪ್ರಚಲಿತವಿರುವ ಅನಾರೋಗ್ಯಕರವಾದ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ನಷ್ಟ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಮೀನಿನ ಬೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಋತುಮಾನಗಳಿಂದುಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಮಾಯವಾಗಿ ಮತ್ಸ್ಯವ್ಯವಸಾಯ ಒಂದು ಸಮೃದ್ಧ ವ್ಯಾಪಾರದ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನು ಬಹುಕಾಲ ಕೆಡದೆ ಸಾಕಷ್ಟು ತಾಜಾ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವದರಿಂದ, ಕಡಲಂಚಿನ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ಒಳನಾಡಿಗೆ ವರ್ಷದ ಯಾವ ಸಮಯದಲ್ಲೂ ಮೀನಿನ ಸರಬರಾಜನ್ನು ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ತಂದ ವಿಕಿರಣದ ಮೂಲಕ ಮತ್ಸ್ಯ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಮಾಡುವ ಮಾರ್ಗ :

ಮೀನು ಕೆಡದಂತೆ ಇಡುವಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸಲಾಗುವ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ಕುತೂಹಲ ಹುಟ್ಟಿಸಿದ ವಿಧಾನವೆಂದರೆ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆ. ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಎಂದ ತಕ್ಷಣ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿನ ಕಲ್ಪನೆ ಆಗಿ ಭಯ ತಲೆದೋರುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ಆದರೆ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಶಾಂತಿಯುತ ಪ್ರಯೋಜನಗಳು ಅಮಿತವಾಗಿವೆ. ಇಂಥ ಉಪಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚಿನ ದಶಕದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದ್ದು ಆಹಾರರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ γ (ಗಾಮಾ) ಕಿರಣಗಳ ಬಳಕೆ.

ಆಹಾರ ಕೆಡುವದಕ್ಕೆ, ಅದರಲ್ಲೂ ಮಾಂಸದ ಇಲ್ಲವೆ ಮತ್ಸ್ಯದ ಆಹಾರಗಳು ಕೆಡುವುದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ, ಅಣುಜೀವಿಗಳ ಇಲ್ಲವೆ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಆಕ್ರಮಣ. ಅಣುವಿಕಿರಣ ಈ ಅಣುಜೀವಿ(Bacteria)ಗಳಿಗೆ ಮಾರಕವಾಗಿರುವದರಿಂದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಅಣುಜೀವಿಗಳು ನಾಶವಾಗಿ ಇಲ್ಲವೆ ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿ ಇಂಥ ಆಹಾರ ಹೆಚ್ಚು ದಿನ ಹಾಳಾಗದೆ ಇರಬಹುದಾಗಿದೆ. ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಅಣುಜೀವಿಗಳು ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರಕಾರದವು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವಂತೂ ವಿಷಕಾರಿಯಾಗಿದ್ದು ಇಂತಹ ಅಣುಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಸಾರವಿರುವ ಆಹಾರವನ್ನು ಮಾನವ ಸೇವಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅವನು ಮರಣಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಣುಜೀವಿಗಳ ನಾಶಕ್ಕೆ ವಿವಿಧ ಮಟ್ಟದ ಅಣುವಿಕಿರಣವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಷಾಣುಜೀವಿಗಳ ಉಪಟಳವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವದಕ್ಕಾಗಿ ೧೦೦ ರಿಂದ ೩೦೦ ಕಿಲೋರಾಡ್ (ರಾಡ್ ಅನ್ನುವದು ಅಣುವಿಕಿರಣದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ರೀತಿ) ನಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಮತ್ಸ್ಯಾಹಾರಕ್ಕೆ ಕೊಡುವ ಉಪಕ್ರಮವನ್ನು ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ನಂತರ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಅನುಸರಣೆಗೆ ತರಲಾಗಿದೆ. ಈ ಉಪಕ್ರಮವನ್ನು ಕೆಳಗೆ ನಮೂದಿಸಿದಂತೆ ವಿಭಜಿಸಲಾಗಿದೆ. (i) ಸಾಮಾನ್ಯ ೩°C ಉಷ್ಣತಾಮಾನದಲ್ಲೇ ಶೇಖರಿಸತಕ್ಕದ್ದೆಂದು ನಿಗದಿಗೊಳಿಸಿದ ಪರಿಮಿತ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ (radurization) (ii) ಕೆಟ್ಟ ವಿಷಕಾರಿಯಾದ ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರಿಡಿಯಮ್ ಬಾಟುಲಿನಮ್ ಜಂತುವಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಲ್ಲುದಾದ ಮಿತಜಲ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ (dehydro irradication process) ಮತ್ತು (iii) ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರಿಡಿಯಮ್ ಬಾಟುಲಿನಮ್‌ಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಮಾರಕವಾದ ಸಂಯೋಗ ವಿಧಾನ (combination process) ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಉಗಿಯ ಮೂಲಕ ಬೇಯಿಸಿದ ಮೀನನ್ನು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

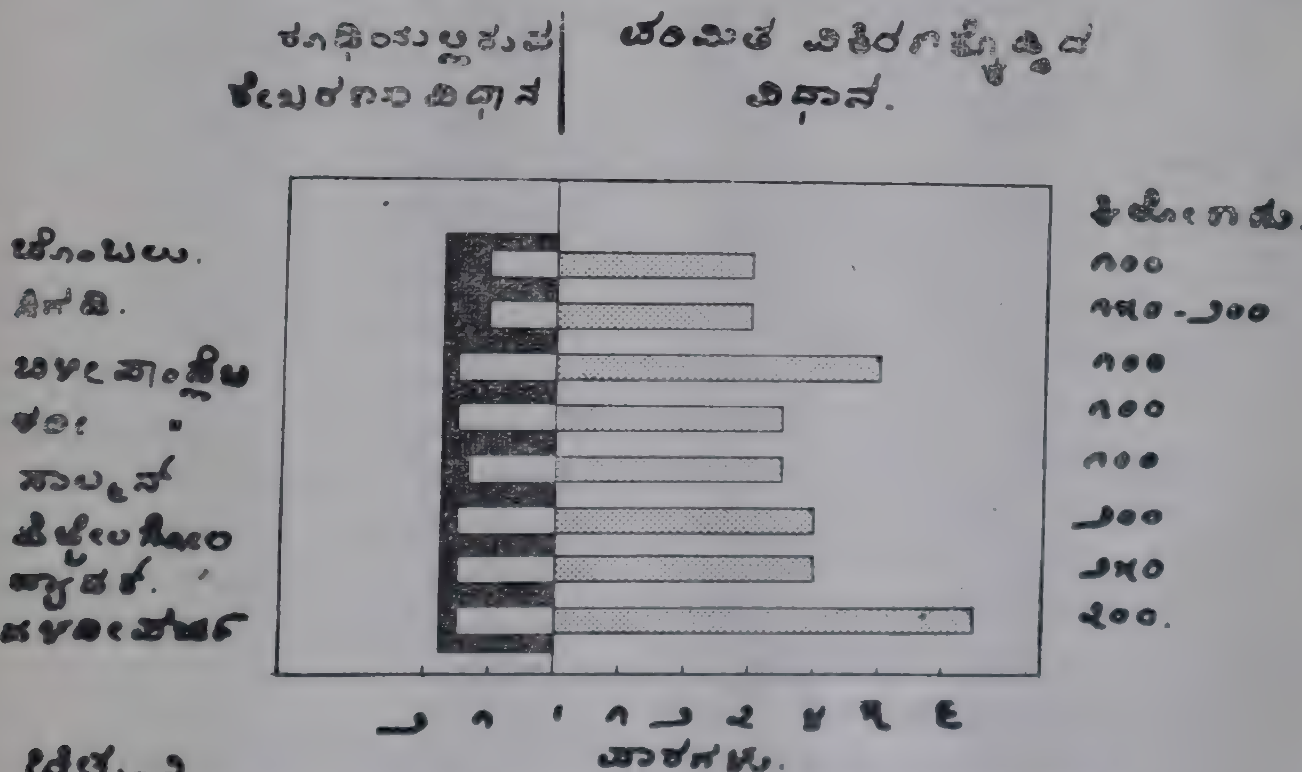
ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಬಿಸಿಲಿಗೊಡ್ಡಿ ಒಣಹಾಕಿದ ಮೀನುಗಳಿಗೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಬೇಡಿಕೆಯಿದೆ. ಆದರೆ ಇಂಥ ಮೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಆಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಮೇಲಿನ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಮಾಡಲಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಸರಿಯಾದ ವಿಕಿರಣ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿ, ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಪೊಟ್ಟಣ ಕಟ್ಟಲಾದ ಮೀನುಗಳು ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯಲ್ಲೂ ವ್ಯಾಪಾರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಮೀನುಗಳಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಉತ್ತಮ ಮಟ್ಟದವು ಎಂಬುದನ್ನು ಸಿದ್ಧ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ತಖ್ತೆ ೨ರಿಂದ ೪ರ ವರೆಗೆ ನೋಡಿದಲ್ಲಿ ಸಿಗಡಿ, ಬಂಬಲಿ ಹಾಗೂ ಮಧ್ಯಮ ತರದ ಕೊಬ್ಬು ಉಳ್ಳ ಮೀನುಗಳ ಶೇಖರಣೆಗೆ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ ಉಳಿದ ವಿಧಾನಗಳಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟು ಉತ್ತಮವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಮನಗಾಣಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಪರಿಮಿತ ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನ :

ಅತ್ಯಂತ ತಂಪು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಟ್ಟರೆ ಮಾತ್ರ ಕೆಲದಿನ ಬಳಸಬಹುದಾದ, ಆದರೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತಾಜಾ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಬೇಡಿಕೆಯುಳ್ಳ ಮೀನು ಜಾತಿಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ವಿಧಾನದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಸಂರಕ್ಷಿಸಿಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಇಂಥ ಮೀನುಗಳ ಬಾಳಿಕೆಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಹೆಚ್ಚು ವರಿಯನ್ನು ತಖ್ತೆ ಪೂರರಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದಾಗಿದೆ. (ಚಿತ್ರ ೨).

ಮೀನಿನ ರಕ್ಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ವಿಕಿರಣದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳನ್ನೂ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಮೀನಿನ ಕೆಡುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಅಣುಜೀವಿಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕು. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಮೀನಿಗೆ ಕೊಟ್ಟ ವಿಕಿರಣದ ಮಟ್ಟ, ಆಹಾರಾಂಶಗಳಾದ ಸಸಾರಜನಕ, ಕೊಬ್ಬು ಮುಂತಾದವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನಿಷ್ಟ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ತಂದು, ಮೀನಿನ ರುಚಿ ಹಾಗೂ ವಾಸನೆಗಳನ್ನು ಕೆಡಿಸಬಾರದು.

ರೇಡುರೈಸೇಶನ್ ಅಥವಾ ಪರಿಮಿತ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನದಿಂದ ಗ್ರಾಮ್ ನೆಗೆಟಿವ್ ಬಳಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಅಣುಜೀವಿಗಳಾದ ಸುಡೋಮೊನಾಸ್ (Pseudomonas) ಪ್ರೊಟಿಯಸ್



ಚಿತ್ರ-೨. ಹಿಮ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಟ್ಟ ಮೀನುಗಳ ಬಾಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದಡಿ.

(Proteus), ಎರೋಮೊನಾಸ್ (aeromonas) ಅಕ್ರೊಮೊಬಾಕ್ಟರ್ (Achromobactor) ಮೊದಲಾದವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ನಿಲ್ಲಿಸಬಹುದಾದರೂ ಗ್ರಾಮ್ ಪೊಸಿಟಿವ್ ಬಳಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಮೈಕ್ರೊಕಾಕ್ಕಿ (microcacci) ಗಳ ಪ್ರಸರಣ ಕುಂಠಿತವಾಗದು. ಆದರೆ ಇವುಗಳಿಂದ ಮೀನಿಗೆ ಅಂಥ ಹಾನಿ ಏನೂ ಇರದು. ರೇಡುರೈಸೇಶನ್‌ನ ಇನ್ನೊಂದು ದೋಷವೆಂದರೆ, ಈ ವಿಧಾನ ವಿಷಾತ್ಮಕ ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರಿಡಿಯಮ್ ಬಾಟುಲಿನಮ್‌ಗಳ ನಾಶವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟದಿರುವುದು.

ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಮಾಡಲಾದ ಅಧ್ಯಯನದ ಮೂಲಕ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೀನುಗಳು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ, ಶೀಘ್ರ ಅಥವಾ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕೆಡುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗಾದ್ದರಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೀನುಗಳಿಗೆ ವಿವಿಧ ಮಟ್ಟದ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಬಳಸುವದು ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಬಂಬಿಲಿ (Bombay duck)

ಅತಿ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಹಾಳಾಗುವ ಮತ್ಸ್ಯ ಜಾತಿಗಳಲ್ಲೆ ಬಂಬಿಲಿ ಮೀನು ಅತ್ಯಂತ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನ ಅಲಂಕರಿಸಿದೆಯೆಂದರೆ ತಪ್ಪಾಗದು. ಈ ಮೀನವನ್ನು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು ದ್ರವನಷ್ಟ (drip loss).

ಈ ಮೀನವನ್ನು ಮೂರು ದಿನಗಳ ತನಕ ಘನೀಕರಿಸಿಟ್ಟಾಗ ಅಥವಾ ಹಾಗೇ ಇಟ್ಟಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಶೇಕಡಾ ೧೫–೨೦ ರಷ್ಟರ ದ್ರವನಷ್ಟ, ೧೦೦ ಕಿ. ರಾಡುಗಳಷ್ಟರ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಮೀನಿನ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳ ಸಸಾರಜನಕಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಡಿನೇಚುರೇಶನ್ (denaturation) ಎನ್ನುವ ಬದಲಾವಣೆ. ಆದರೆ ಈ ದ್ರವನಷ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಸಹ ನಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಹತ್ತು ಹದಿನೈದು ನಿಮಿಷಗಳವರೆಗೆ ೧೦% ಲವಣ ದ್ರಾವಣ (Nacl) ಅಥವಾ ಸೋಡಿಯಮ್ ಟ್ರೈಪೊಲಿ ಫಾಸ್ಫೇಟ್ (Sodium tripoly phosphate) ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ, ಮೀನುಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ ದ್ರವನಷ್ಟ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಆಗದು. ಈ ತೊಂದರೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಹೊಸ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಂಬಿಲಿ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಈ ವಿಧಾನ ಕೆಳಗಿನಂತಿದೆ :

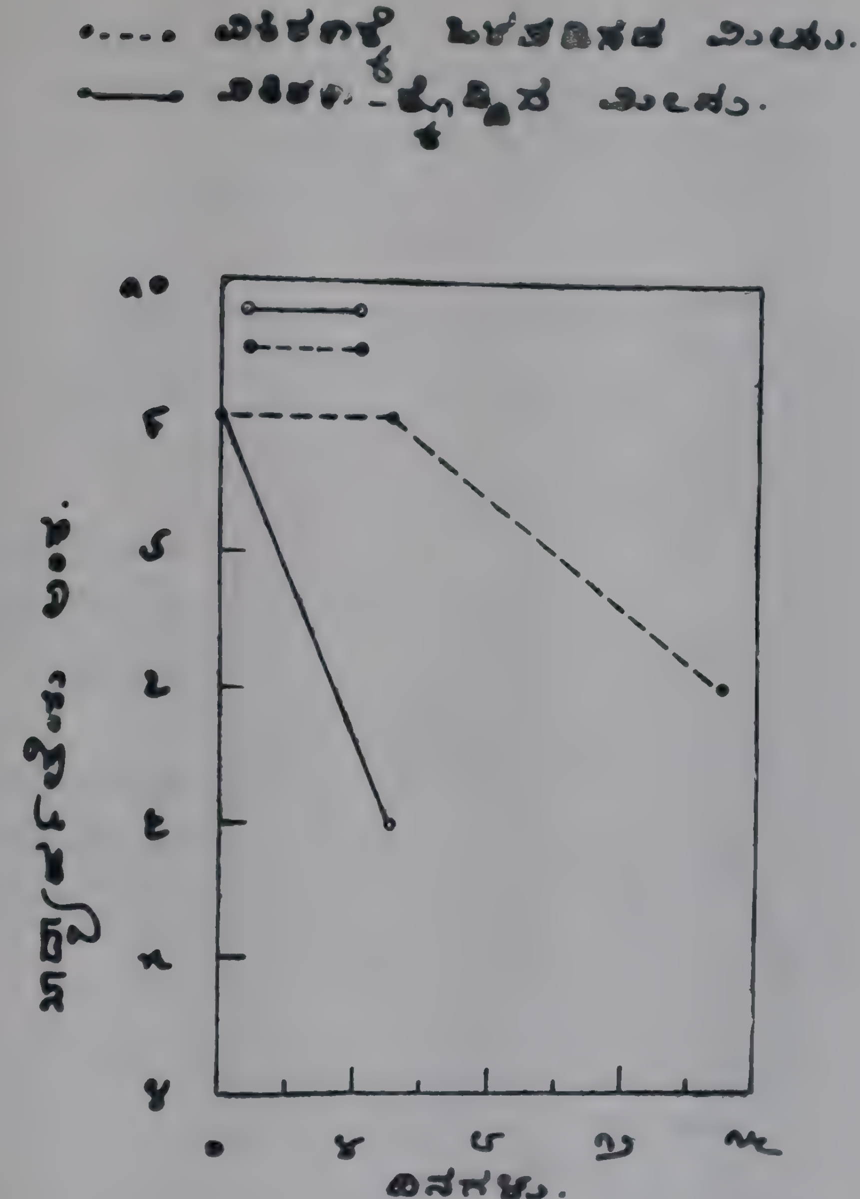
ತಿನ್ನಲು ಅನರ್ಹವಾದ ಮೀನಗಳ ಅಂಗಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಅವುಗಳ ಜಲಮಟ್ಟವನ್ನು ಮಿತಗೊಳಿಸುವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ, ತೆಳ್ಳಗಿನ ಚೂರುಗಳಾಗಿ ಮಾಡಿದ ಮೀನಿನ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಲೋಹ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರಿಸಿ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕೊಡುವುದು. ಇದರಿಂದ ಮೀನು ಗಿರಾಕಿಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ತೆಳ್ಳಗಿನ ಪದರಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸಿದ್ಧವಾದ ಮೀನನ್ನು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿ, ತಂಪು ಹವೆಯಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಅಣಿಗೊಳಿಸಲಾದ ಮೀನುಗಳನ್ನು ೧೧–೧೪ ದಿನಗಳ ವರೆಗೆ ಕೆಡದಂತೆ ಇಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ ೩ನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಮೀನುಗಳ ಖಾದ್ಯಾರ್ಹತೆ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡದ ಮೀನಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟು ಉತ್ತಮ ಮಟ್ಟದ್ದಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಬಂಬಿಲಿ ಮೀನುಗಳ ತೆಳ್ಳಗಿನ ಪದರು (Laminates) ಗಳ ದ್ರವ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆಮಾಡಿ (ಶೇಕಡಾ ೪೦ ರಷ್ಟು ತೇವುಮಟ್ಟ) ಮಿತಜಲ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ (dehydro irradiation) ದ ಮೂಲಕ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಮೀನು ೪–೬ ತಿಂಗಳುಗಳ ವರೆಗೆ ಕೆಡದೆ ಇರಬಲ್ಲದು. ಇದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡದ ಮೀನು ಒಂದು ವಾರದಲ್ಲೇ ಹಾಳಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ ೪ರಲ್ಲಿ ಮೀನು ಕೆಡುವುದು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆ ಮತ್ತು ಅಣುಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಸಾರ ಇವುಗಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನೋಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಮೀನಿನ ಪದರುಗಳನ್ನು ತುದಿಯುವ ಲವಣದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿದ ಬಳಿಕ ತೇವ ನಿರ್ಮೂಲನಗೊಳಿಸಿ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದರೆ ಮೀನಿನ ಗುಣಮಟ್ಟ ಅತ್ಯಂತ ಹಿರಿದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಮೀನಿನ ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಈ ಪರಿಕ್ರಮ ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಮೀನವನ್ನು ಸರಿಯಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ೨೦ ಕಿ. ರಾಡ್‌ಗಳಷ್ಟರ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿ ಇಟ್ಟಲ್ಲಿ, ಸುಮಾರು ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಕೆಡದಂತೆ ಶೇಖರಿಸಿಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಮಧ್ಯಮ ಪ್ರಮಾಣದ ನೆಣವುಳ್ಳ ಮೀನುಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣೆ:

ಮೇಲಿನ ಮೀನುಗಳ ಬಳಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಬಂಗುಡೆ ಮುಂತಾದ ಜಾತಿಯ ಮತ್ಸ್ಯಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ, ವರ್ಷದ ಒಟ್ಟು ಹಿಡಿತದ ಶೇಕಡಾ ೧೦–೧೫ರಷ್ಟಿದ್ದರೂ ಸಹ, ಕೇವಲ

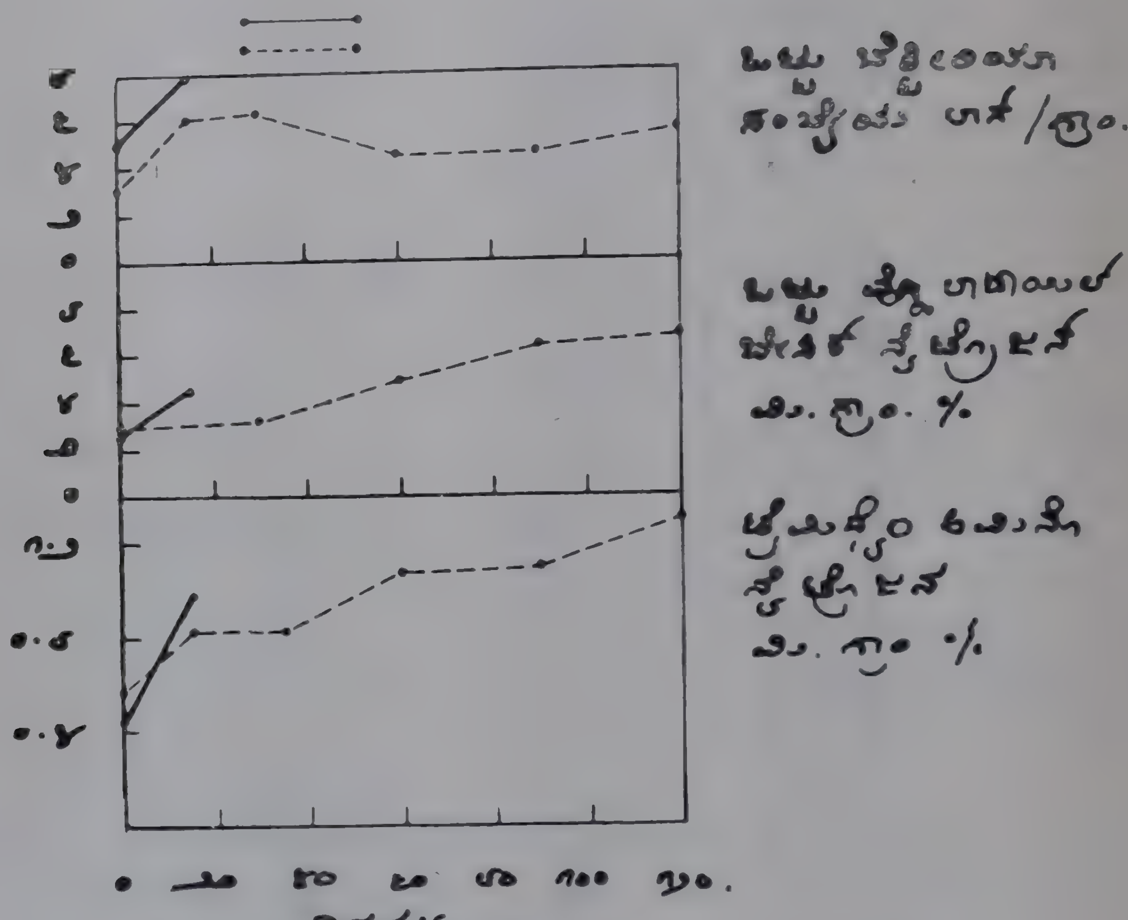


ಚಿತ್ರ ೨.

೧೦೦ ಕಿ. ರ್‍ಯಾಡ್‌ಗಳ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದ ಬೊಂಬಾಯಿ
ಮೀನುಗಳು (ಲೆಟ್ಯು ಸಿಂಘ್ಯುಗಳು) ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ
(೦-೨೬)
ಅಂಕಿ ೯ ಶ್ರೇಷ್ಠಸ್ಥಾನ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ೨ ಡಿಗ್ರಿಯ
ಶಶಿಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಹಾಸಿನೆ ಕುಚಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾಕ್
ಕಂಡು ಬಂದು ಅನ್ನಯ ಅನರ್ಹವಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ ೪.

[illegible]



[illegible]

ಕಡಲ ಕಿನಾರೆಯ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಈ ಮೀನುಗಳ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ, ಮೀನುಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗೆ ಸದ್ಯಕ್ಕಿರುವ ಮಾರ್ಗವೆಂದರೆ ಬರಿ ಮಂಜಿನಲ್ಲಿ ಶೇಖರಣೆ. ಒಳನಾಡಿಗೆ ಸಾಗಿಸಿ, ಈ ಮೀನುಗಳ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಅಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವಾರು ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

ನೆಣವುಳ್ಳ ಮೀನುಗಳನ್ನು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಿದಾಗ ಕೆಲವೊಂದು ಹಾನಿಗಳು ಒದಗುವದಿದೆ. ಜಿಗಟು ವಾಸನೆಯೊಂದಿಗೆ ಮೀನಿನ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಕೂಲ ಬದಲಾವಣೆಗಳುಂಟಾಗುವದು ಈ ಹಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದವುಗಳು.

೧. ಬಿಳಿ ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್ :

ಈ ಜಾತಿಯ ಮೀನುಗಳ ಚರ್ಮದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಮಟ್ಟದ ತೈಲ ಪದಾರ್ಥಗಳು (ಅದರಲ್ಲೂ ಟ್ರೈಗ್ಲಿಸರ್ರ್ಯಾಡ್‌ಗಳು) ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಶೀತೀಕರಿಸಿಟ್ಟ ಮೀನುಗಳ ಬಣ್ಣ ಮೊದಲು ಹಳದಿಗೆ ತಿರುಗಿ, ಕ್ರಮೇಣ ಮಾಂಸವು ಕೂಡ ಹಳದಿಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದಾಗ ಮೀನಿನ ಟ್ರೈಗ್ಲಿಸರ್ಯಾಡ್‌ಗಳು ವಾತಾವರಣದ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಗಗೊಂಡು ಥಯೋಬಾರ್ಬಿಟುರಿಕ್ ಎಸಿಡ್ ಎನ್ನುವ ಪದಾರ್ಥದೊಂದಿಗೆ ಮೈತ್ರಿ ಬೆಳೆಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಗಗೊಂಡು ಮೀನಿನ ವಾಸನೆ ಹಾಗೂ ರುಚಿ ಕೆಡುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲಿರುವ ಏಕೈಕ ಉಪಾಯ ಎಂದರೆ ನಿರ್ವಾತ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದಿಡುವುದು.

ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸಿಲ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಕ್ಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಸಿ, ನಿರ್ವಾತವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ, ಈ ನಿರ್ವಾತದ ಬಗ್ಗೆ ಖಂಡಿತಗೊಳಿಸಲು ಸಾರಜನಕಾನಿಲವನ್ನು ತುಂಬಿಸಿ ಚೀಲ ಅಥವಾ ಕ್ಯಾನುಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಬಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆ ಬಳಿಕ ೧೦೦ ಕಿ. ರಾಡುಗಳ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿ ೦–೨°C ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿ ಇಟ್ಟಲ್ಲಿ ೨೮ ದಿನಗಳ ತನಕ ಮೀನು ಕೆಡದೆ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

ಪರಿಮಿತ ಜಲ–ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪಾಂಪ್ಲೆಟುಗಳನ್ನು ಪಾರಬೆನ್ (೦.೧%) ಎನ್ನುವ ನಿರುಪದ್ರವಿ ರಾಸಾಯನಿಕದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ, ಪೊಟ್ಟಣ ಮಾಡಿಟ್ಟಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ತಿಂಗಳ ತನಕ ಒಂದಿಷ್ಟೂ ಹಾಳಾಗದಂತೆ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಕಾಪಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

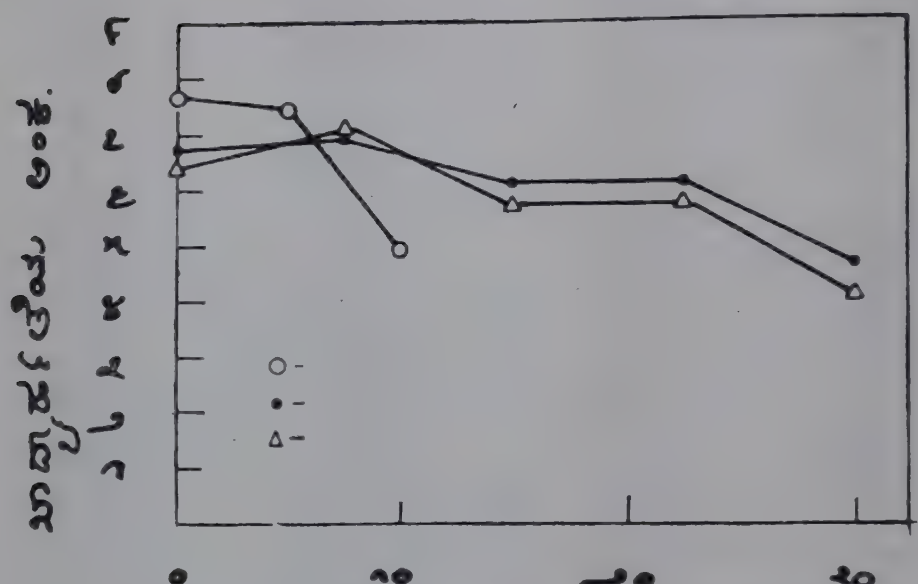
೨. ಕಪ್ಪು ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್ ಮತ್ತು ಇಂಡಿಯನ್ ಸಾಲ್ಮನ್:

ಈ ಜಾತಿಯ ಮೀನುಗಳ ದೇಹರಚನೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು ಬಿಳಿ ಹಾಗೂ ಕಪ್ಪು ಸ್ನಾಯುಗಳ ಅಸಮ್ಮಿತೀಯ (unsymmetrical) ವಿತರಣೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕಪ್ಪು ಸ್ನಾಯುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮಯೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ದ ಸಾಮೀಪ್ಯದಿಂದಾಗಿ ಅನ್‌ಸ್ಯಾಚುರೇಟೆಡ್ ಮೇಧಸ್ಸುಗಳು ಬಹುಬೇಗ ಉತ್ಕರ್ಷಣ(oxidation)ಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ಮಯೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಕಬ್ಬಿಣದ ಅಂಶ (ಹಿಮೋಟಿನ್ ವರ್ಣ ಸಾಮಗ್ರಿ)ವು ಮೇದೋತ್ಕರ್ಷಣ (lipid peroxidation) ವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವಲ್ಲಿ ಬಹು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಕಪ್ಪು ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್ ಮತ್ತು ಸಾಲ್ಮನ್ ಮೀನುಗಳ ಮಯೋಗ್ಲೋಬಿನ್ ಪದಾರ್ಥವು ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಆಕ್ಸಿಮಯೋಗ್ಲೋಬಿನ್ (oxymyoglobin) ಮಾರ್ಪಾಟಿಗೆ ಬೇಕಾದ ವಾತಾವರಣ ಸಹ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುವದನ್ನು ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ಮಯೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ನ ಮಾರ್ಪಾಟು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳಿಂದಾಗುವ ಮೇಧೋತ್ಕರ್ಷಣ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ, ಮೀನುಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಾತ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಸಿಡುವ ಪರಿಪಾಠವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲಾಗಿದೆ. ೧೦೦ ಕಿ. ರಾಡುಗಳಷ್ಟು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೇಲಿನ ಜಾತಿಯ ಮೀನುಗಳು, ನಿರ್ವಾತ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಟ್ಟ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ೧೦–೧೩ ದಿನಗಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಯಾವ ಹಾನಿಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಉಳಿಯಬಲ್ಲವಾಗಿವೆ.

೩. ಬಂಗುಡೆ (Mackerel) :

ಪಶ್ಚಿಮ ಕರಾವಳಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಗುವ ಜನಪ್ರಿಯ ಮೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಬಂಗುಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕೊಬ್ಬಿನ ಅಂಶ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡಾ ೨ ರಿಂದ ೧೫ ರಷ್ಟು. ಮುಂಬಯಿಯ ವ್ಯಾಪಾರ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮಾರಾಟಕ್ಕೆ ಸಿಗುವ ಬಂಗ್ಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ ೨ ರಿಂದ ೪ ರಷ್ಟು ಕೊಬ್ಬು ಇದೆ. ಚಿತ್ರ ೫ ಮತ್ತು ೬ರಲ್ಲಿ ೧೫೦ ಕಿ. ರಾಡುಗಳಷ್ಟು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಬಂಗುಡೆ ಮೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಹಾಗೂ ಖಾದ್ಯಾರ್ಹತೆಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ನಿರ್ವಾತ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಸಿಟ್ಟ, ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದ ಬಂಗುಡೆ

o—o ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡದ ಮೀನು - ನಿರ್ವಾತ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿರಿಸಿದ್ದು.
△—△ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದ ಮೀನು - ಹವೆಯೊಂದಿಗೆ.
•—• " " - ನಿರ್ವಾತ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿರಿಸಿದ್ದು



ಚಿತ್ರ ೫.

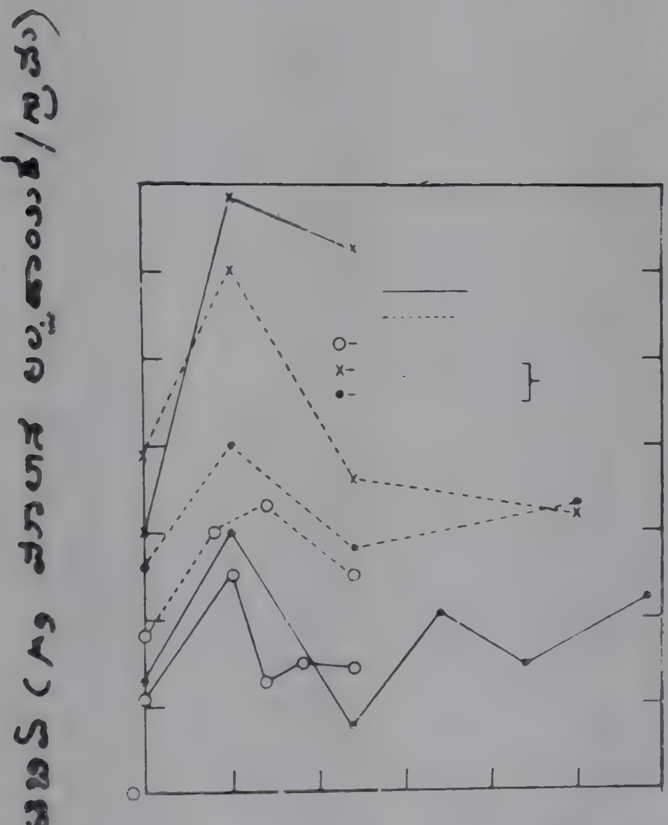
ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲದೇ ಗಾಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಪೊಟ್ಟಣ ಕಟ್ಟಲಾದ ವಿಕಿರಣ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದ ಬಾಂಗ್ಡೆ ಮೀನುಗಳ ಖಾದ್ಯಪರ್ಗತೆ ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ೨೦ ನಿಮಿಷಗಳ-ವರೆಗೆ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಚೀಲದೊಂದಿಗೆ ಬೇಯಿಸಿ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

—— ಟಿಬಿಎ

...... ಪೆರಾಕ್ಸೈಡ್ ಪ್ರಮಾಣ.

× × × ಹವೆಯೊಂದಿಗೆ ತುಂಬಲಾದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟ ಮೀನು.

• • • ನಿರ್ವಾತ ಚೀಲದಲ್ಲಿ ತುಂಬಲಾದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದ ಮೀನು.



ಚಿತ್ರ ೬. ಮಂಜಿನಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಟ್ಟ ಅವಧಿ (ದಿವಸಗಳು).

ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲವೇ ಗಾಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಪೊಟ್ಟಣಕಟ್ಟಲಾದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದ ಬಾಂಗ್ಡೆ ಮೀನುಗಳು.

ಮೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಟಿಬಿಎ ಮತ್ತು ಪೆರಾಕ್ಸೈಡ್ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳು.

ಮೀನುಗಳು ೧೩ರಿಂದ ೧೬ ದಿನಗಳ ತನಕ ತಾಜಾ ಆಗಿ ಇರಬಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪೊಟ್ಟಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಬಗೆಗಿನ ಅಧ್ಯಯನ :

ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಸಮುದ್ರಜನ್ಯ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಹಾಳಾಗದೆ ಇರಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾದ ರೀತಿಯ ಪೊಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ತುಂಬಿಸಿಟ್ಟು, ಹೊರಗಣ ವಾತಾವರಣದ ಅಣುಜೀವಿಗಳ ಬಾಧೆ ತಟ್ಟದಂತೆ ಕಾಪಾಡುವದು ಅತ್ಯಂತ ಅವಶ್ಯವಾಗಿದೆ. ಮಣಿಯುವ ಮೆದು ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಡುವದು, ಕ್ಯಾನುಗಳಂತಹ ಭದ್ರ ಲೋಹಜನ್ಯ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಉತ್ತಮ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಒಟ್ಟು ಮೂಟೆಯ ಭಾರ ಹಾಗೂ ಇದಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚ ಇವೆರಡನ್ನೂ ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಹೀಗಿದ್ದಲ್ಲೂ ಸಹ, ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದಾಗ ಅಂತಹ ಪೊಟ್ಟಣಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳು ವಿಷಕಾರಕ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಉತ್ಪನ್ನಗೊಳಿಸದಂತೆ, ಹಾಗೂ ತುಂಬಿಟ್ಟ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಕೆಟ್ಟ ವಾಸನೆಗಳನ್ನು ಹರಡದಂತೆ ಜಾಗ್ರತೆ ವಹಿಸುವದು ತೀರ ಅವಶ್ಯವಾಗಿದೆ. ಪೊಟ್ಟಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಅನುಗೊಳಿಸುವದೇ ಒಂದು ಕಲೆ. ಈ ಮಾಧ್ಯಮ ಇಂದಿನ ವಿಜ್ಞಾನಯುಗದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಬಂದುಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಅಮೇರಿಕ ದೇಶದ ಆಹಾರ ಹಾಗೂ ಔಷಧಗಳ ಬಳಕೆಯ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಮಾಡುವ ಸಂಸ್ಥೆ (Food and Drug Administration) ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಆಹಾರಪದಾರ್ಥಗಳ ಪೊಟ್ಟಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆಂದು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಮಂಜೂರಾತಿ ಇತ್ತಿದೆ. ಇವು ಪಾಲಿಥೀನ್, ಪಾಲಿಸ್ಟೈರಿನ್, ವಿನಿಲಿಡಿನ್ ಕ್ಲೋರ್ರ್ಯಾಡ್, ಪೊಲಿಬಲ್‌ಫಿನ್, ಪೊಲಿಥೀನ್ ಟೆಟ್ರಾಥಾಲೇಟ್, ನೈಲಾನ್–೬, ನೈಲಾನ್–೧೧, ವಿನ್ಯಾಲ್ ಕ್ಲೋರ್ರ್ಯಾಡ್ ಮತ್ತು ವಿನ್ಯಾಲ್ ಅಸಿಟೇಟ್‌ಗಳ ಕೋಪಾಲಿಮರ್, ನೈಟ್ರೋ ಸೆಲ್ಲುಲೋಸಿನ ಪರೆಯುಳ್ಳ ಸಿಲೋಫೇನ್ ಹಾಗೂ ಇಥಿಲಿನ್ ಆಲ್ಕೀನ್–೧ ಇವುಗಳ ಕೋಪಾಲಿಮರ್.

ನಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಲಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ೦.೦೨೬ ರಿಂದ ೦.೧೬೫ ಮಿ. ಮೀಟರುಗಳಷ್ಟು ದಪ್ಪಗಿನ ಪಾಲಿಥೀನ್ ಹಾಗೂ ಕಾಗದ ಮತ್ತು ಸಿಲ್ಲೋಫೇನ್ ಇಲ್ಲವೆ ಕಾಗದ ಮತ್ತು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ತೆಳುಪದರು ಇವುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಪಾಲಿಥೀನ್ ಪರೆಗಳು ಹೊರಗಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ತೆಳು ಪದರುಳ್ಳ ಪರೆಗಳು ೩೭°C ಉಷ್ಣತಾಮಾನ ಹಾಗೂ ೮೦% ತೇವಾಂಶದಲ್ಲಿ, ನೀರು ಹಾಗೂ ನೀರಿನ ಪಸೆಯನ್ನು ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸಬಲ್ಲವಾಗಿವೆ. ಪರಿಮಿತ ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನ ಇಲ್ಲವೆ ಮಿತಜಲ ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಿಂದ ಸಂಸ್ಕರಿಸಲಾದ ಮತ್ಸ್ಯ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ತುಂಬಿಡುವದಕ್ಕೆ ಪಾಲಿಥೀನ್ ಚೀಲಗಳು ಅತ್ಯಂತ ತೃಪ್ತಿಕರವಾಗಿವೆ.

ಮತ್ಸ್ಯ ಸಾಗಣೆಯ ಕುರಿತಾದ ಅಧ್ಯಯನ :

ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಿಂದ ಸಂಸ್ಕರಿಸಲಾದ ಮೀನುಗಳ ಸಾಗಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲು ಮುಂಬಯಿಯಿಂದ ದೂರವಿರುವ ಎರಡು ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಗುಜರಾತದಲ್ಲಿರುವ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವೆರಾವಲ್ ವಿಭಾಗ, ಹಾಗೂ ಕಲಕತ್ತಾದಲ್ಲಿರುವ ಜಾಧವಪುರ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ.

ವೆರಾವಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಅದೇತಾನೇ ಹಿಡಿದಿರುವ ಬಂಬಿಲಿ, ಸಿಗಡಿ, ಈಲ್ ಮತ್ತು ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್‌ಗಳ ೨೦–೨೫ ಕಿ. ಗ್ರಾಮ್‌ಗಳ ಎಂಟು ಮೂಟೆಗಳನ್ನು ಮಂಜಿನಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿಸಿ ಮುಂಬಯಿಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಕ್ಕೆ ತರುವದು; ಇಲ್ಲಿ ಈ ಮೀನುಗಳನ್ನು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಬಳಿಕ ಪುನಃ ವೆರಾವೆಲ್‌ಗೆ ಸಾಗಿಸುವದು. ಈ ರೀತಿ ಒಂದು ಸಾವಿರ ಕಿ. ಮೀಟರುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲಾಯಿತು. ಇದೇ ರೀತಿ ಎರಡು ಸಾವಿರ ಕಿ. ಮೀಟರುಗಳಿಗೂ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟು ದೂರವಿರುವ ಕಲಕತ್ತಾಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲಿಂದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಮಂಜಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಕಳುಹಿಸುವದು.

ಈ ಎರಡೂ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗಣೆಯಿಂದ ಮೀನಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲಾಯಿತು. ವೆರಾವಲ್‌ಗೆ ಕಳಿಸಿದ ಮೀನುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ ಬಳಿಕ ಕೆಳಗಿನ ಇತ್ಯರ್ಥಗಳಿಗೆ ಬರಲಾಯಿತು. ೧) ಮೀನಿನ ಸಾಗಣೆಯಿಂದ ಅದರ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸ್ವಾದಗಳಲ್ಲಿ ಏನೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಆಗದು. ೨) ಸಂಸ್ಕರಿಸುವಾಗ ಸಾಕಷ್ಟು ಶೀತೀಕರಣ ಇದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ, ಸಾಗಿಸುವಾಗ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸುವದು ಬೇಕಿಲ್ಲ. ೩) ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡುವ ಮೊದಲು ೩–೯ ದಿನಗಳು ಸಾಗಣೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಯವಾಗಿದ್ದಲ್ಲೂ ಸಹ, ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ

ಮೀನುಗಳ ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯ ವ್ಯಾಪಾರಾರ್ಹತೆಯಲ್ಲಿ ಏನೂ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗದು. ೪) ಸಾಗಣೆ ಮಾಡಿದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನು, ಹಾಗೂ ಸಾಗಿಸದೆ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲೇ ಉಳಿಸಿದ ಮೇಲಿನ ಮೀನುಗಳ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗ–ಇವೆರಡರ ಬಾಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಇಲ್ಲ.

ದೂರದ ಜಾಧವಪುರ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಕ್ಕೆ ರೈಲುಗಾಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ಸಾಗಿಸಲಾದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಬಂಬಿಲಿ ಮತ್ತು ಬಂಗಡೆ ಮೀನುಗಳು ಹಾಳಾಗದೆ ಇರಲು ಅವುಗಳ ಪ್ರಯಾಣದ ಪೂರ್ವ ಮುಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಶೀತೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅತ್ಯಂತ ಆವಶ್ಯ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಸರಿಯಾದ ಶೀತೀಕರಣವಿದ್ದಲ್ಲಿ ಮೂರರಿಂದ ನಾಲ್ಕು ವಾರಗಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತಾಜಾಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೇ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನುಗಳು ಇರಬಲ್ಲವು ಎಂಬುದನ್ನು ಸಹ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ತಿಳಿದ ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಶವೆಂದರೆ, ದೂರದ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸುವಾಗ, ಶೀತೀಕರಣದ ಪುನಃ ಪೂರೈಕೆ ಮಾಡಬೇಕು ಎನ್ನುವ ಎಚ್ಚರಿಕೆ. ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ತರಲು ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾದ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಇರುವ ಅಡೆತಡೆಗಳು ಸದ್ಯದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ.

ಅಣುಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಿದೆ ಎಂಬುದರ ಬಗೆಗಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಭೀತಿ, ಇಂತಹ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಇರುವ ದೊಡ್ಡ ಆತಂಕವಾಗಿದೆ. ಅಮೇರಿಕಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅಣು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನುಗಳ ಸಾಗಣೆ, ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬೇಡಿಕೆ, ಈ ಸಂಸ್ಕರಣಕ್ಕಾಗಿ ಒದಗುವ ವೆಚ್ಚ ಈ ಕುರಿತು ಸವಿವರವಾಗಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಬ್ರಿಟನ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಕಾಡ್‌ಮೀನು ಹಾಗೂ ಇತರ ಮೀನುಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಯಾವ ಹಾನಿಕರ ಪರಿಣಾಮವೂ ಆಗುವದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಅನೇಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಇಂತಹ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಮಾರುಕಟ್ಟೆಗೆ ತರುವ ಬಗ್ಗೆ ಸರಕಾರಕ್ಕೆ ಅರ್ಜಿ ಸಲ್ಲಿಸಲಾಗಿದೆ. ನೆದರ್‌ಲ್ಯಾಂಡ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನಿನ ದಿನಸಿತ್ಯ ಬಳಕೆ ಆರಂಭವಾಗಿದೆ. ಇದೇರೀತಿ ಮಾನವನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆಂದು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಮೀನನ್ನು ಬಳಸುವ ಹಲವಾರು ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲೂ ಸಹ ಆರಂಭಿಸುವ ಎತ್ತುಗಡೆ ನಡೆದಿದೆ.

ಆರ್ಥಿಕವಾಗಿ ಮುಖ್ಯವೆನಿಸಿದ ಮೀನುಗಳ ವರ್ಗವನ್ನು ವಿಕಿರಣ ಮೂಲಕ ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು ನಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಿಂದ ಇದೀಗ ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ಹಣಕಾಸಿನ ವೆಚ್ಚ, ತಾಂತ್ರಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿನ ಬೇಡಿಕೆ ಇವೆಲ್ಲವುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಪರಿಮಿತ ಜಲ ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಿಂದ ಸಂಸ್ಕರಿಸಲಾದ ಸಿಗಡಿ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಸದಾಕಾಲ ತಿಂದರೂ ಸಹ ಹಲವಾರು ತಲಾಂತರಗಳ ವರೆಗೆ ಯಾವ ಹಾನಿಕಾರಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೂ ಆಗದು ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲಿಗಳ ಮೇಲೆ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಸಿದ್ಧ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಬಳಕೆ (ಅದರಲ್ಲೂ ವಿಷಕಾರಿ ನೈಟ್ರೈಡ್). ಹೊಗೆಗಿಡುವದು (Smoking) ಇತ್ಯಾದಿ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳಿಗಿಂತ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡುವ ಸರಳ ವಿಧಾನ ಎಷ್ಟೋ ಉತ್ತಮವೆಂದು ಸದ್ಯದ ನಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯವಾಗಿದೆ. ಈಗಾಗಲೇ ಒದಗಿದ ಎಷ್ಟೋ ಪುರಾವೆಗಳು ವಿಕಿರಣ ಮಾಧ್ಯಮವು, ಆಹಾರ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಹು ದೊಡ್ಡ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಡ್ಡಿದ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಹಾನಿ ಯಾವುದೂ ಇಲ್ಲವೆಂಬುದು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ರುಜುವಾತಾಗಿರುವದರಿಂದ, ಕೆಲವೇ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಆಹಾರಗಳು ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಸಿಗತೊಡಗುವದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯ ಏನೂ ಇಲ್ಲ.

*

ಕೇಂದ್ರೀಯ ಮತ್ಸ್ಯ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆಯ (ಕೈಲಾಸವಾಸಿ) ಡಾ|| ವಿ. ಕೆ. ಪಿಳ್ಳೈ (ಕೊಚ್ಚಿ) ಹಾಗೂ ಶ್ರೀ ಆರ್. ವೆಂಕಟರಾಮನ್ (ವೆರಾವಲ್) ಮತ್ತು ಜಾಧವಪುರ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಡಾ|| ಎ. ಎನ್. ಬೋಸ್ ಇವರಿಗೆ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು. ಈ ಲೇಖವು 'Radiation Preservation of sea foods—Review of research in India' FAO/IAEA Symposium on 'Radiation Preservation of foods' ೧೯೭೨ ಟ್ರಾಂಬೆ, ಭಾರತ ಇದನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಇದನ್ನು ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ ಭಾಷಾಂತರಿಸಿದ ನನ್ನ ಗೆಳೆಯ ಶ್ರೀ ವ್ಯಾಸರಾವ್ ನಿಂಜೂರ್ ಅವರಿಗೆ ನನ್ನ ವಿನಯ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತೇನೆ.

ತಖ್ತೆ ೧

೧೯೬೬–೭೦ ರ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿಯಲಾದ ಮೀನುಗಳ ಪಟ್ಟಿ

Fish ಮೀನು	೧೯೬೬	೧೯೬೭	೧೯೬೮	೧೯೬೯	೧೯೭೦
	ಒಟ್ಟು ಹಿಡಿತದಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾವಾರು				
Elasmobranch	೪.೨೧	೩.೫೧	೩.೫೨	೩.೮೮	೪.೦೪
Cat fish	೨.೫೪	೨.೮೮	೨.೬೫	೨.೯೪	೪.೭೧
Sardine	೩೫.೦	೩೨.೯	೩೬.೯೪	೨೪.೮೬	೨೫.೭೮
Anchoviella	೩.೦	೩.೫೪	೨.೧೭	೩.೪೫	೨.೨೨
Bombay duck (ಬಂಬಿಲ್)	೮.೬೮	೮.೩೯	೮.೮೩	೮.೩೫	೬.೭೩
Sciaenids	೨.೯೩	೨.೮೬	೨.೦೩	೩.೮೮	೩.೨೨
Ribbon fish	೫.೧೬	೩.೬೨	೩.೦೬	೩.೪೨	೨.೪[illegible]
Leiogralhins	೪.೨೬	೫.೪೬	೪.೦೬	೪.೮೨	೪.೩೪
Pomfret (ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್)	೨.೦೬	೩.೧೦	೩.೦೩	೨.೬೪	೨.೧೧
Mackerel (ಬಂಗ್ಡೆ)	೩.೫೯	೩.೩೦	೨.೩೨	೧೦.೦೫	೧೩.೭೫
Prawn and Shrimp (ಸಿಗಡಿ ಮೀನು)	೧೦.೨	೧೦.೫೫	೧೦.೪೧	೧೧.೬೩	೧೦.೭೨

ಕೃಪೆ : ಸಮುದ್ರೋತ್ಪಾದನೆಗಳ ನಿರ್ಯಾತದ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳು–೧೯೭೦ ಸಮುದ್ರೋತ್ಪಾದನಾ ನಿರ್ಯಾತ ಮಂಡಲಿ, ಕೊಚ್ಚಿ

ತಖ್ತೆ ೨

ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಸಂರಕ್ಷಿಸಿದ ಸಿಗಡಿ ಮೀನು ಹಾಗೂ ವಿಕಿರಣ ಮೂಲಕ ಅನುಗೋಳಿಸಿದ ಮೀನು ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ತುಲನಾತ್ಮಕ ಅನುಕೂಲಗಳು :

ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಧಾನಗಳು	ಇತಿಮಿತಿಗಳು
ಮಂಜಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹ	ವಾರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಬಾಳುವದಿಲ್ಲ. ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಶೇಖರಿಸಿದಾಗ 'ಮೆಲನೋಸಿಸ್'ನಿಂದಾಗುವ ವರ್ಣಪರಿವರ್ತನೆ
ಶೀತೀಕರಣ	ದೀರ್ಘಕಾಲ ಶೇಖರಣೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಒಳಮೈ ಬದಲಾವಣೆ, ಸ್ನಾಯುಜನ್ಯ ದ್ರವಹಾನಿ
ಕ್ಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದಿಡುವದು	ವಾಸನೆ ಹಾಗೂ ಒಳಮೈ ಬಣ್ಣಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆ

ವಿಕಿರಣಪೂರ್ವಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನ	ಅನುಕೂಲಗಳು
ರೇಡುರೈಸೇಶನ್ (ಪರಿಮಿತ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ)	
ಚರ್ಮ, ರಕ್ತನಾಳಗಳು ಇತ್ಯಾದಿಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಸಿಗಡಿ ಮೀನನ್ನು ಕುದಿಯುವ ಲವಣ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ ತೆಗೆದು ಪೊಲಿಥೀನ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸುವದು. (೧೫೦ ಕಿ. ರಾಡು) ಅನಂತರ ಮಂಜಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹ.	'ಮೆಲನೋಸಿಸ್' ಆಗದು. ಸಿಗಡಿ ಮೀನು ಸುಮಾರು ೪ ತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಹಾಳಾಗದೆ ಇರಬಲ್ಲದು.
ಮಿತಜಲ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ	
ಕುದಿಯುವ ಲವಣ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಲ್ಪಟ್ಟ ಸಿಗಡಿ ಮೀನನ್ನು ಒಂದು ಗಂಟೆ ಕಾಲ ೦.೫% ಸೋರ್ಬಿಕ್ ಎಸಿಡ್ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟು ಮತ್ತೆ ಮೀನಿನಲ್ಲಿನ ದ್ರವಮಟ್ಟವನ್ನು ೪೦% ರಷ್ಟಕ್ಕೆ ತರಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆ ಬಳಿಕ ಈ ಮೀನನ್ನು ಪಾಲಿಸೆಲ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸುವುದು (೨೫೦ ಕಿ. ರಾಡು). ಹೀಗೆ ಅನುಗೊಳಿಸಿದ ಮೀನನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲೆ ಶೇಖರಿಸಬಹುದು.	ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಒಣಗಿಸಿದ ಸಿಗಡಿ ಮೀನಿಗಿಂತ ಗುಣದಲ್ಲಿ ಇದು ಉತ್ತಮ. ನೀರಿಗೆ ಹಾಕಿದಾಗ ಕೂಡಲೇ ನೀರನ್ನು ಹೀರಿ ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೇ ಬರುತ್ತದಲ್ಲದೆ ವಾಸನೆ, ರುಚಿಗಳಲ್ಲೂ ಚೆನ್ನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾತಾವರಣ ಹಾಗೂ ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡಿಟ್ಟಾಗ ೪ ರಿಂದ ೬ ತಿಂಗಳ ವರೆಗೆ ಕೆಡದು.
ಎರಡರ ಸಂಯೋಗ ವಿಧಾನ	
ಬೇಯಿಸಿದ ಸಿಗಡಿ ಮೀನನ್ನು ೨.೫ ಮೆಗರಾಡುಗಳಷ್ಟು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದ ಪಾಲಿಸೆಲ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ೧೦೦ ಕಿ. ರಾಡುಗಳಷ್ಟು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡುವದು. ಶೇಖರಣೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ.	ಅಡಿಗೆಗೆ ಅನುಕೂಲವಿರುವ ಸಾಮಗ್ರಿ. ೬ ರಿಂದ ೪ ವಾರಗಳ ವರೆಗೆ ವಾತಾವರಣದ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಕೆಡುವುದಿಲ್ಲ. ದುಬಾರಿ ಬೆಲೆಯ ಕ್ಯಾನುಗಳಿಗಿಂತ ಒಳ್ಳೆಯದು. ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಜನಗಳುಳ್ಳ ಉತ್ತಮ ಪದಾರ್ಥ.

ತಖ್ತೆ ೩

ಬಂಬಿಲಿ ಮೀನನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸಿಡುವಲ್ಲಿನ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಹಾಗೂ ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದ ಮೂಲಕ ಮೀನನ್ನು ಅನುಗೊಳಿಸಿ ಇಡುವಲ್ಲಿನ ಅನುಕೂಲಗಳು :

ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಧಾನಗಳು	ಇತಿಮಿತಿಗಳು
ಮಂಜಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹ	೫–೭ ದಿನಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಬಾಳಿಕೆ ಇಲ್ಲ.
ಶೀತೀಕರಣ ಹಾಗೂ ಕ್ಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬೋಣ	ಗರಿಷ್ಠ ಜಲಮಟ್ಟ ಹಾಗೂ ಚಂಚಲವಾದ ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಅನಾನುಕೂಲತೆ
ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಒಣಗಿಸುವದು	ಕನಿಷ್ಠ ಗುಣ ಹಾಗೂ ಕ್ರಿಮಿಕೀಟಗಳಿಂದ ಆವೃತವಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆ

ವಿಕಿರಣ ಪೂರ್ವಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನ	ಅನುಕೂಲಗಳು
ರೇಡುರೈಸೇಶನ್ (ಪರಿಮಿತ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ) ಖಾದ್ಯಕ್ಕೆ ಅನುವಾದ ಮೀನುಗಳಿಂದ ನೀರನ್ನು ಒತ್ತುವ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದು ಪೋಲಿಥೀನ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಡುವುದು ಹಾಗೂ ೧೦೦ ಕಿ. ರಾಡುಗಳ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡುವದು.	೦–೨°C ಉಷ್ಣತಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಟ್ಟಾಗ ೧೮ ರಿಂದ ೨೦ ದಿನಗಳ ವರೆಗಿನ ಬಾಳಿಕೆ. ಮೀನಿನ ಗುಣಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸುಧಾರಣೆ.
ಮಿಂತಜಲ ವಿಕಿರಣಾ ವಿಧಾನ ಲವಣ ಹಾಗೂ ಹಬೆಗೆ ಹಿಡಿದ ಮೀನಿನ ದ್ರವಮಟ್ಟವನ್ನು ೪೦% ರಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಂದು ಮೀನನ್ನು ಪಾಲಿಸೆಲ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ೨೫೦ ಕಿ. ರಾಡುಗಳಷ್ಟರ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಗುರಿಪಡಿಸುವದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸುವದು.	ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಒಣಗಿಸಿದ ಮೀನಿಗಿಂತ ಗುಣಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಹಿರಿದು. ಕೂಡಲೇ ನೀರನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ೪ ರಿಂದ ೬ ತಿಂಗಳ ವರೆಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಷ್ಣತಾಂಶದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಟ್ಟಾಗ ಸಹ ಅಣುಜೀವಿ(Bacteria)ಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಆಗದು.
ಕ್ರಿಮಿ ನಿವಾರಣೆ ೬–೮%ರ ವರೆಗಿನ ದ್ರವಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ತಂದ ಮೀನುಗಳ ತೆಳು ಶೀಳುಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸೆಲ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ, ೨೦ ಕಿ.ರಾಡುಗಳ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡುವದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಣೆ.	೨ ವರ್ಷಗಳ ತನಕ ಕ್ರಿಮಿಗಳಿಂದ ಬಾಧೆ ಇಲ್ಲ.

ತಖ್ತೆ ೪

ಅಣುವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಿಂದ ಮಧ್ಯಮ ಮಟ್ಟದ ಚರ್ಬಿಯುಳ್ಳ ಮತ್ಸ್ಯ ಜಾತಿ*ಯನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು

ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಧಾನಗಳು	ಇತಿಮಿತಿಗಳು
ಬಿಸಿಲಲ್ಲಿ ಒಣಹಾಕುವದು	ಕೀಳಾದ (ಕೆಳತರಗತಿಯ) ಗುಣಮಟ್ಟ
ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿ ಇಡೋಣ	೭–೧೨ ದಿನಗಳ ಮಿತಬಾಳಿಕೆ
ಶೀತೀಕರಣ	ಹಿರಿಮಟ್ಟದ ಉದ್ಯಮ ಅಸಾಧ್ಯ. ಇಡೀ ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್ ಮೀನು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಶೇಖರಣೆಯ ಬಳಿಕ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಒಳಮೈ ಅಂಕಣದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ.
ಕ್ಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿರಿಸುವದು	ಬಂಗ್ಡೆ ಮೀನುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯವಾದ ಮಿತಬಳಕೆ.

ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನಗಳು	ಅನುಕೂಲಗಳು
ಅನುಗೊಳಿಸಿದ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಥೀನ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ, ೧೦೦ ಕಿ. ರಾಡಿನಷ್ಟು (ಬಂಗ್ಡೆಗೆ ೧೫೦ ಕಿ. ರಾ.) ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಿ, ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಡುವದು.	ಹಿಮದ ಉಷ್ಣತಾಂಶದಲ್ಲಿ ೨೦ ರಿಂದ ೨೮ ದಿನಗಳ ವರೆಗೆ ಮತ್ಸ್ಯದ ಬಾಳಿಕೆ.

* ಈ ಜಾತಿಯ ಮೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಳಿ ಹಾಗೂ ಕಪ್ಪು ಪಾಂಪ್ಲೆಟ್, ಸಾಲ್ಮನ್ ಹಾಗೂ ಬಂಗ್ಡೆ ಮೀನುಗಳು ಸೇರಿರುತ್ತವೆ.

* * *

ಗುರುಜಲ

ಬಿ. ಎನ್. ಸೋಮಸುಂದರ ರಾವ್

ಪರಿಚಯ :

ಗುರುಜಲವು ಗುರು ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ ಸಂಯುಕ್ತ. ಗುರು ಜಲಜನಕ ಅಥವಾ ದ್ವಿತೀಯಕವು ಜಲಜನಕವು ಹೊಂದಿರುವ ಎರಡು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಆದರ ಇನ್ನೊಂದು ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ತೃತೀಯಕ (Tritium).

ದ್ವಿತೀಯಕವು ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ವಿರಳ. ಅದರ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸರಾಸರಿ ಸಮೃದ್ಧಿಯು ಸುಮಾರು ಏಳುಸಾವಿರದಲ್ಲಿ ಒಂದರಷ್ಟು. ಜಲಜನಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ಜಲಜನಕದ ಎಲ್ಲ ಮಿಶ್ರಣ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬೆರೆತಿದೆ.

ಇಂದು ಪರಮಾಣು ಮೂಲವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ದೊರಕಿಸಲು ಇರುವ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಯುರೇನಿಯಂನ್ನು ಇಂಧನವಾಗುಳ್ಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾಘಟಕ (Reactor)ಗಳಲ್ಲಿ ಗುರುಜಲವು ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ತಳೆದಿದೆ.

ಅಲ್ಲದೆ ದ್ವಿತೀಯಕವೇ ಒಂದು ಉತ್ತಮ ಬೈಜಿಕ ಇಂಧನ. ಇದರ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪ್ರಚಂಡ ಶಕ್ತಿಯ ತವರು. ಇವನ್ನು ಪಳಗಿಸಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಕಲಿತರೆ ಅದು ಶಕ್ತಿಯ ಅಕ್ಷಯ ನಿಧಿಯೇ ಆದೀತು.

ಗುರುಜಲ ದ್ವಿತೀಯಕಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ, ಜೈವ ರಾಸಾಯನಿಕ, ಜೈವ ಶಾಸ್ತ್ರೀಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ.

ಹಿನ್ನೆಲೆ :

ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೩೧ರ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಎಚ್. ಸಿ. ಯೂರೆ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಗುರುಜಲದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಮೊದಲಿಗೆ ಗಮನಿಸಿದರು. ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ, ಜೈವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದ ಗುರುಜಲವು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೪೦ರಿಂದೀಚಿನ ಮೂರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುವ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಬೈಜಿಕ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿರುವುದು ಅದರ ಹಿರಿಮೆಗೆ ಒಂದು ನಿದರ್ಶನ.

ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿನ ಉತ್ಪಾದನಾಗಾತ್ರದ ಗುರುಜಲಾಗಾರವನ್ನು ಸ್ವೀಡನ್ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಆದರೆ ಎರಡನೆಯ ಜಾಗತಿಕ ಯುದ್ಧದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಗುರುಜಲವು ಪಡೆದ ಮಹತ್ವ ಮತ್ತು ಅಮೇರಿಕನ್ನರು ಅದು ಅಣುಬಾಂಬಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿಯೆಂದು ಮನಗಂಡುದು, ಅವರಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿತು. ಯುದ್ಧಕಾಲದ ಪೋಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎರಡು ದೊಡ್ಡ ಕಾರ್ಯಾಗಾರಗಳು ಗುರುಜಲದ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಸಿದ್ಧವಾದವು. ಈ

ಕಾರ್ಯಾಗಾರಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ವೆಚ್ಚವು ಅತಿಯಾಗಿದ್ದುದ ರಿಂದ ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯ ಮುಗಿದಕೂಡಲೆ ಮೂಲೆಗುಂಪಾಗಿ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟುವು.

ತಯಾರಿಕಾ ವಿಧಾನಗಳು :

ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಮೀಕ್ಷೆಯೊಂದು ಗುರುಜಲದ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿರುವ ಸುಮಾರು ಮೂರಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ,

(i) ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿನಿಮಯ

(it) ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣ

(iii) ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆ

ಎಂಬ ಮೂರು ಮೂಲ ವಿಧಾನಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

ದ್ವಿತೀಯಕವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವಿಕೆ :

	ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕ (Separation Factor)	ತಾಪಮಾನ C°
೧. ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆ	೬–೧೦	೭೦—೨೦
೨. ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿನಿಮಯ		
ಅಮೋನಿಯ-ಜಲಜನಕ	~೪	— ೩೦
,,	೨	+ ೬೦
ನೀರು-ಜಲಜನಕದ ಸಲ್ಫೈಡ್	೨.೮	+ ೩೦
”	೧.೮	+೧೩೦
೩. ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣ		
ಜಲಜನಕ	೧.೭೫	—೨೫೦
ನೀರು	೧.೦೫	೫೫

೧. **ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿನಿಮಯ :**

ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿನಿಮಯದ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಜಲಜನಕದ ಸಲ್ಫೈಡ್ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕದ ಸಮ್ಮುಖದಲ್ಲಿನ ಅಮೋನಿಯ-ಜಲಜನಕದ ವಿಧಾನಗಳು ಮಾತ್ರ.

ಮೇಲಿನ ಉದಾಹರಣೆಯಿಂದ ವಿಶದವಿರುವಂತೆ ಇದರಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುವ ದ್ರವ-ಅನಿಲಗಳೆರಡೂ ದ್ವಿತೀಯಕದ ಮಿಶ್ರಣ ಅಥವಾ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಈ ದ್ರವ ಅನಿಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯ ಅಂಶವು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲಿದ್ದುದಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಒಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಅದರ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ತಳ್ಳಿ ತಾನು ಅದನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುವುದರಿಂದ ಅನಿಲ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಷೀಣಗೊಂಡು, ಇನ್ನೊಂದು ವೃದ್ಧಿ ಹೊಂದಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

$$A + B \rightleftharpoons A' + B'$$

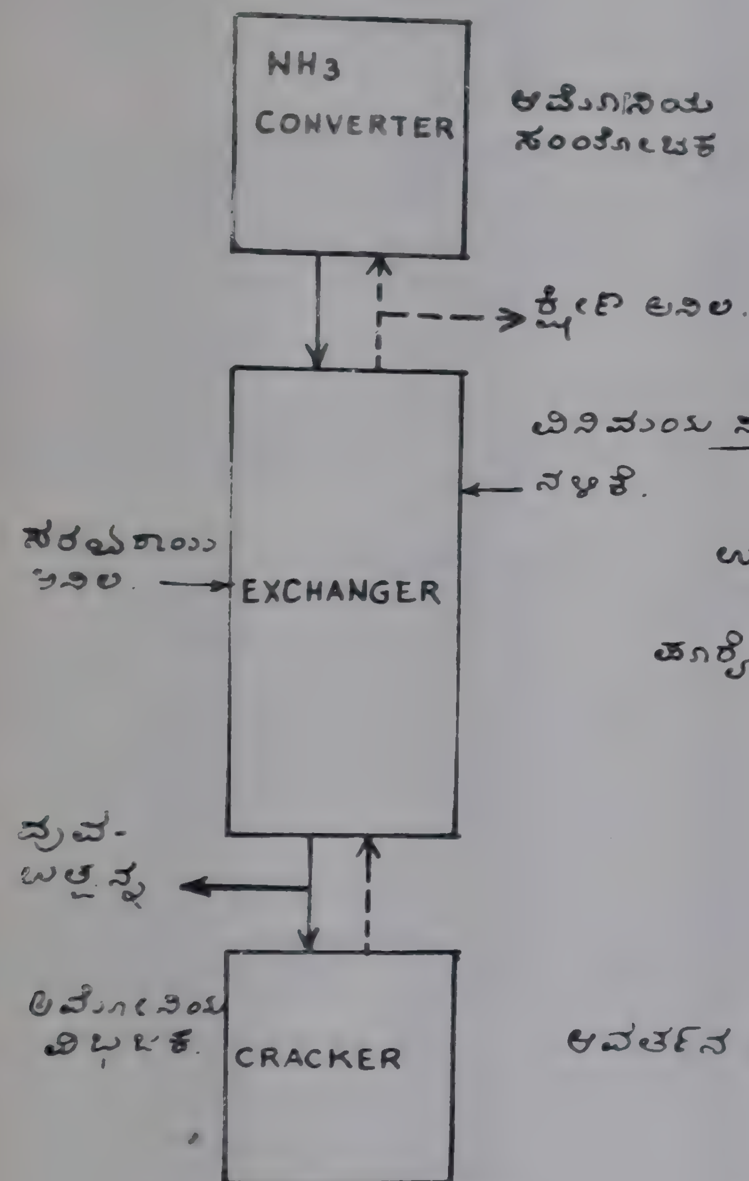
ಉತ್ಪನ್ನಗಳಾದ A′, B′ಗಳಲ್ಲಿನ ದ್ವಿತೀಯಕದ ಪ್ರಮಾಣವು ಪ್ರತಿ ಅನಿಲ-ದ್ರವ ಸಮುದಾಯದ ಮತ್ತು ಅವು ಸಮಸ್ಥಿತಿ ಹೊಂದುವ ಉಷ್ಣತಾಮಾನದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ. ಇದನ್ನು

$$\alpha_T = \frac{[D]B'}{[H]B'} \Big/ \frac{[D]A'}{[H]A'}$$

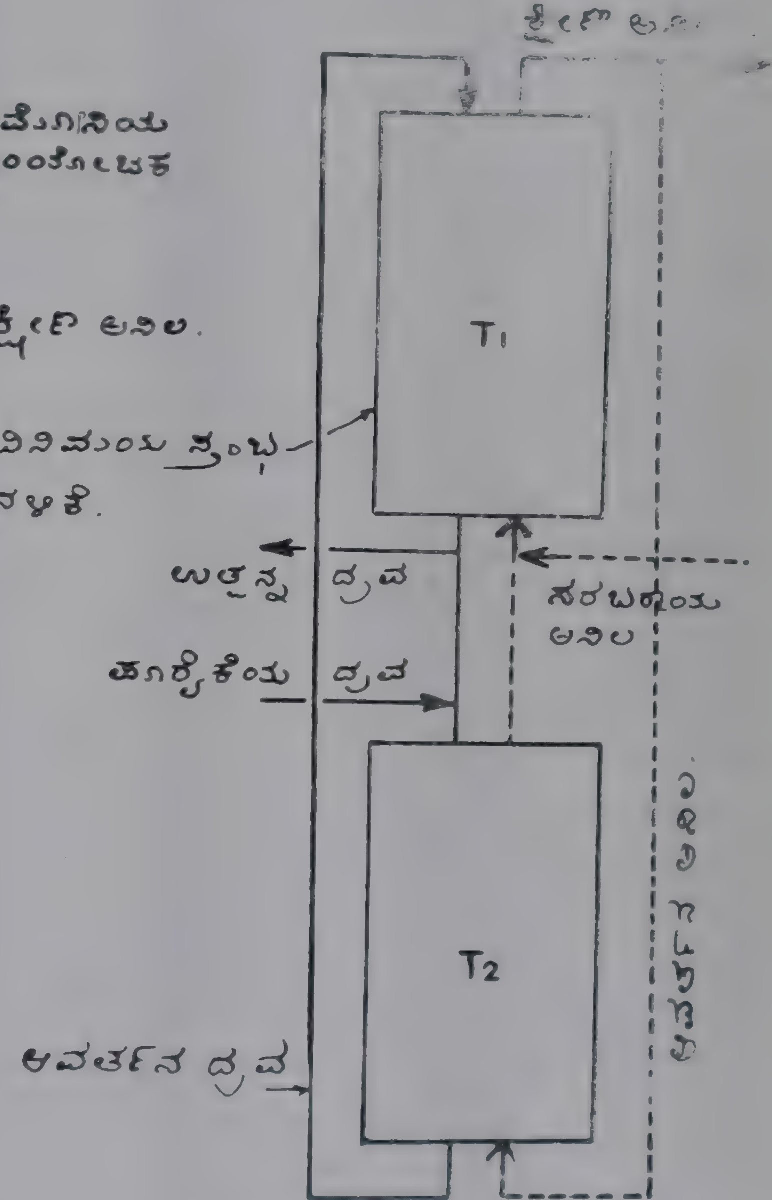
ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ αಕ್ಕೆ ವಿಂಗಡಣೆಯ ಅಪವರ್ತನ ಅಥವಾ ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕ ಎಂದು ಹೆಸರು. (ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತ ವಿವರಣೆಯೊಡನೆ ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.) ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕವು ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟು ವಿಂಗಡಣೆಯು ಹೆಚ್ಚು ಸುಲಭವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿನಿಮಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ದ್ರವ-ಅನಿಲಗಳು ಸ್ತಂಭ ನಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬಂದು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದಾಗ ದ್ರವದ ದ್ವಿತೀಯಕಾಂಶ ಸುಮಾರು ಅಲ್ಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಹೋಗುವ ಅನಿಲದ ಮತ್ತು ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕದ ಗುಣಲಬ್ಧದಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ದ್ರವವು ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡು ಅನಿಲವು ಕ್ಷೀಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡ ದ್ರವವು ಕೆಳಗಿಳಿದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಮುಂಚೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದ್ವಿತೀಯಕಾಂಶ ಹೊಂದಿರುವ ಅನಿಲವನ್ನು ಸಂಧಿಸುವುದರಿಂದ ದ್ರವವು ಇನ್ನೂ ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ದ್ರವದಲ್ಲಿನ ದ್ವಿತೀಯಕಾಂಶವು ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳಲು ಕೆಳಗಿಳಿದಂತೆಲ್ಲ ಹೆಚ್ಚು ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡಿರುವ ಅನಿಲದ ಪ್ರವಾಹದೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕಗೊಳ್ಳುವುದು ಆವಶ್ಯಕವೆಂದಾಯಿತು. ಹೀಗೆ ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡ ಅನಿಲದ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಒದಗಿಸಲು

ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡಿರುವ ದ್ರವದ ಒಂದಂಶವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಪ್ರವಾಹ ಪರಾವರ್ತನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. (ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಇರಬಹುದು). ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧಗತಿಯ ಪ್ರವಾಹಗಳೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಸರಿಯಾದ ಪ್ರವಾಹ ಪರಾವರ್ತನೆಯನ್ನೊದಗಿಸುವುದು ಮೊದಲಾದ ಪ್ರಶಸ್ತ ನಿಯಂತ್ರಣಗಳನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಐಚ್ಛಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ದ್ವಿತೀಯಕಾಂಶವನ್ನು ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ಅಂಶದ ವರೆಗೆ ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಬಹುದು.



ಏಕೋಷ್ಣ ವಿಧಾನ



ದ್ವಿಕೋಷ್ಣ ವಿಧಾನ.

ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿನಿಮಯದಲ್ಲಿ ಏಕೋಷ್ಣ ವಿನಿಮಯ ದ್ವಯೋಷ್ಣ ವಿನಿಮಯ ಎಂದು ಎರಡು ವಿಧ. ಏಕೋಷ್ಣ ವಿನಿಮಯದಲ್ಲಿ ವಿನಿಮಯ ಕ್ರಿಯೆ ಒಂದೇ ಉಷ್ಣತಾಮಾನದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಪ್ರವಾಹ ಪರಾವರ್ತನೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಅದರಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡ ದ್ರವವನ್ನು ವಿಭಜಿಸಿ ಅನಿಲ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ತೆರನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವವು ಅದರಲ್ಲಿಯ ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣದ ಸಂಯುಕ್ತವೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ದ್ವಯೋಷ್ಣ ವಿನಿಮಯದಲ್ಲಿ ವಿನಿಮಯವು ಎರಡು ಉಷ್ಣತಾಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಉಷ್ಣತಾಮಾನಗಳನ್ನು ಆರಿಸುವಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕಗಳ ಅಂತರವು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರುವಂತೆ ಆರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉಚ್ಚ ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕವಿರುವ ಉಷ್ಣತಾಮಾನದಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೊಂಡ ದ್ರವದಿಂದ ಆ ಹಂತದ ಉತ್ಪನ್ನವನ್ನು ತೆಗೆದಿರಿಸಿ ನಂತರ ಕಡಿಮೆ ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕವಿರುವ ಉಷ್ಣತಾಮಾನದಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೊಳಿಸಿದರೆ ದ್ರವದಲ್ಲಿನ ದ್ವಿತೀಯಕಾಂಶವು ಆ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ದ್ರವಮುಖದಿಂದ ಅನಿಲದ ಹೊನಲಿಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡ ಅನಿಲವು ದ್ವಯೋಷ್ಣ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹ ಪರಾವರ್ತನೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

೨. ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣ :

ಲಘು ಗುರು ಜಲಗಳ ದ್ರವೀಭವಿಸಿದ ಜಲಜನಕ ದ್ವಿತೀಯಕಗಳ ಇಲ್ಲವೆ ಅಮೋನಿಯಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣದ ವಿಧಾನವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಮಿಶ್ರಣದಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವಗಳ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದು/ಬಾಷ್ಪ ಬಿಂದುಗಳು ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ಆವಿಯಲ್ಲಿ ದ್ವಿತೀಯಕ/ಅದರ ಸಂಯುಕ್ತದ ಅಂಶವು ದ್ರವದಲ್ಲಿನದಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಆವಿಯು ಅದೇ ತೆರನ ದ್ರವದೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದಾಗ ಉಚ್ಚ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವಿನಂಶವು ಮೊದಲು ದ್ರವೀಭವಿಸಿ, ಅದರ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣದಿಂದ ದ್ರವದಲ್ಲಿನ ನೀಚ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವಿನಂಶವು ಆವಿಯಾಗುವುದರಿಂದ ಸ್ತಂಭ ನಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧ ಗತಿಯ ದ್ರವ ಆವಿಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಿದಾಗ ಆವಿಯು ಮೇಲೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ನೀಚ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವಿನಂಶದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡರೆ ಕೆಳಗಿಳಿವ ದ್ರವವು ಉಚ್ಚ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವಿನಂಶದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಆವಿಯನ್ನೊದಗಿಸಲು ಒಂದು ಬಾಷ್ಪಕಾರಕವೂ ಅದನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಲು ಒಂದು ದ್ರವಕಾರಕವೂ ಸ್ತಂಭ ನಳಿಕೆಯ ಎರಡು ತುದಿಗಳಿಗೆ ಸೇರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಚ್ಛಿತ ವಿಂಗಡಣೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಈ ತೆರನ ಒಂದು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹಂತಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಮೊದಲ ಹಂತದ ದ್ವಿತೀಯಕದ ವೃದ್ಧಿಯನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿನಿಮಯದಿಂದಲೂ ಅನಂತರದ್ದನ್ನು ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣದಿಂದಲೂ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಅತಿ ಶೈತ್ಯ ದ್ರವ ಜಲಜನಕದ ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣದಲ್ಲಿನ ದೊರೆಯುವ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ದ್ರವರೂಪದ ದ್ವಿತೀಯಕವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಷ್ಣತಾಮಾನಕ್ಕೆ ತಂದು ಆಮ್ಲಜನಕದೊಡನೆ ಸಂಯುಕ್ತಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಗುರುಜಲವಾಗುತ್ತದೆ.

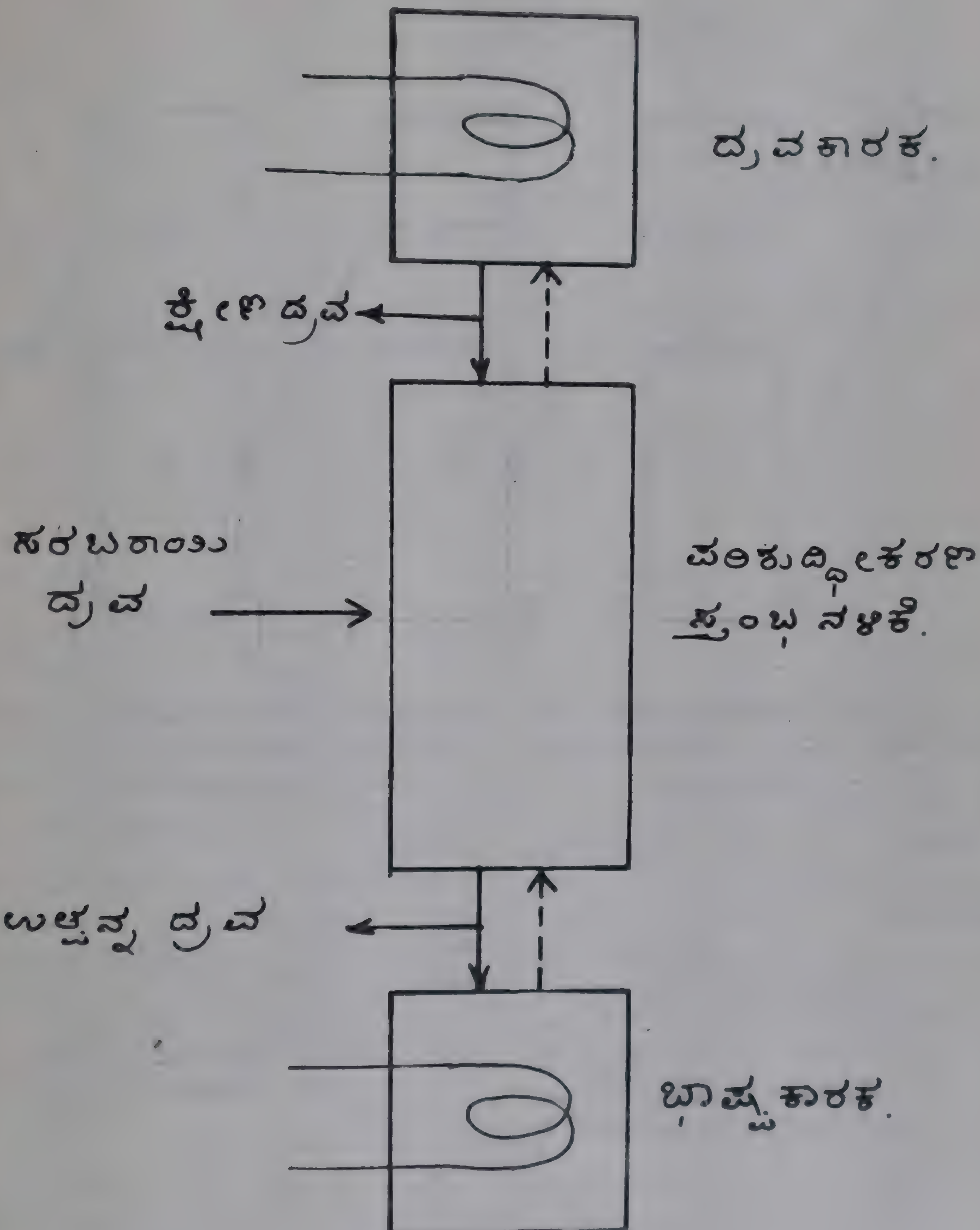
ಅತಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡ ಗುರುಜಲವನ್ನೂ, ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾ ಘಟಕಗಳಲ್ಲಿ ದುರ್ಬಲಗೊಂಡ ಗುರುಜಲವನ್ನೂ ನಿರ್ವಾಯು ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣದಿಂದ ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಿ ಬೈಜಿಕ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ತರಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಜಲ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆ :

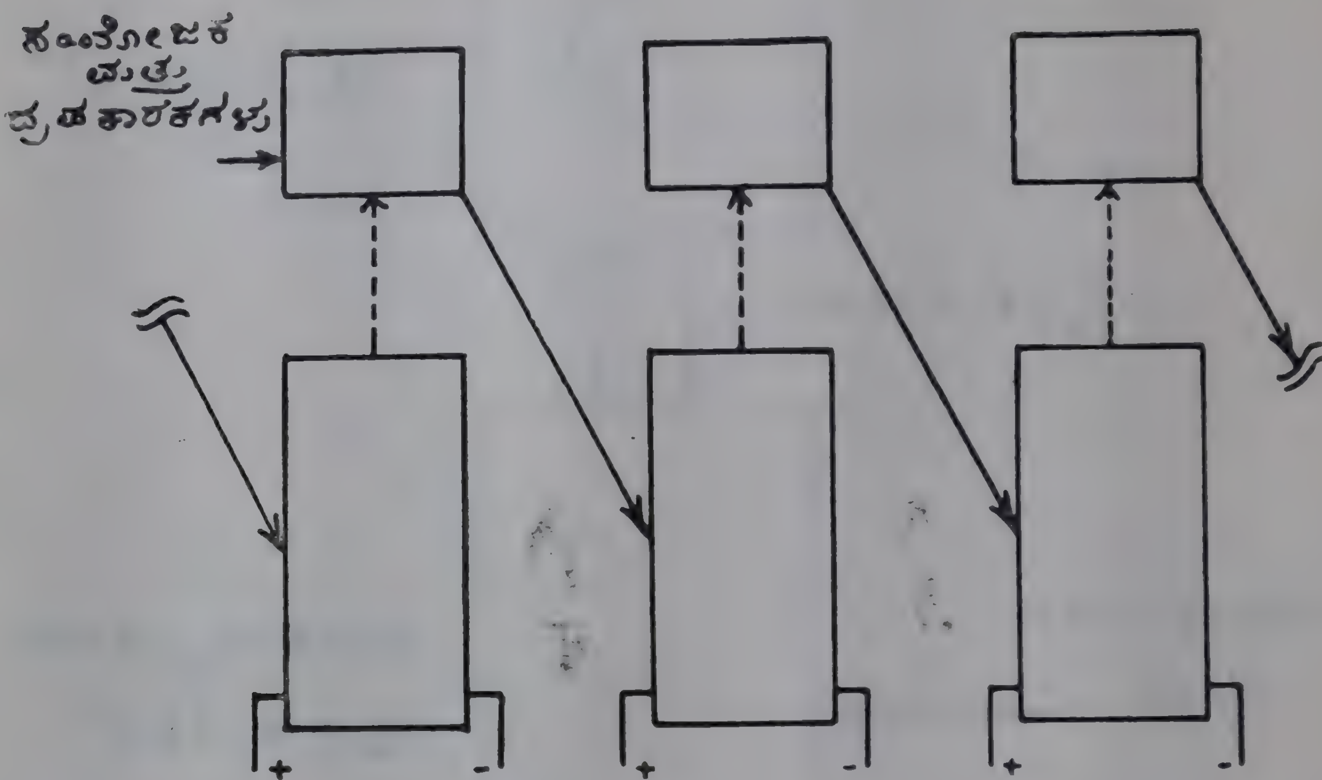
ಈಗ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಜಲ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆಯ ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕವೇ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನದು. ಆದರೂ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆಯು ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲ ವಿಧಾನಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿಲ್ಲ.

ಜಲ-ಗುರುಜಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಏಕಮುಖ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಗುರುಜಲಕ್ಕಿಂತ ಲಘು ಜಲಾಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ದ್ವಿತೀಯಕಾಂಶವು ಕ್ಷೀಣಗೊಂಡು ದ್ರವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಹೊಂದುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅನಿಲದಲ್ಲಿನ ದ್ವಿತೀಯಕದ ಅಂಶವು ಕಡಿಮೆಯಾದರೂ ಗಣನೀಯವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಸಂಯೋಜನೆ-ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆಗೊಳಪಡಿಸುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಇಚ್ಛಿತ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ದುರ್ಬಲಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಅಮೋನಿಯಾ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಜಲಜನಕವನ್ನು ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆಯಿಂದ ಪಡೆಯುವ ಕಡೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜಕಗಳ ನಿಯಮಿತ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಜಲಜನಕದ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂಶದಲ್ಲಿ ದ್ವಿತೀಯಕವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಅನಂತರ


ದ್ರವಕಾರಕ.
ಕ್ಷೀಣ ದ್ರವ
ಸರಬರಾಜು ದ್ರವ
ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣ ಸ್ತಂಭ ನಳಿಕೆ.
ಉತ್ಪನ್ನ ದ್ರವ
ಭಾಷ್ಪಕಾರಕ.

ಜಲವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆ:



ಅದನ್ನು ಅತಿ ಶೈತ್ಯ ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗುರುಜಲವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದು ಅಗ್ಗವಾದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ದೊರೆಯುವಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಲಾಭದಾಯಕ.

ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಇಂದಿಗೂ ದುರ್ಬಲ ಗುರುಜಲದ ಪರಿಷ್ಕರಣದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಗುಣ ವಿಶೇಷಗಳು :

ಗುರುಜಲವು ಲಘು ಜಲದಂತೆ ರುಚಿ, ವಾಸನೆ, ಬಣ್ಣವಿಲ್ಲದ ದ್ರವವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಹೊರನೋಟಕ್ಕೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಅವುಗಳ ಭೌತ, ರಾಸಾಯನಿಕ, ಜೈವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳು ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ. ಮೇಲಾಗಿ ಅವುಗಳ ಬೈಜಿಕ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಅಜಗಜಾಂತರವೇ ಇದೆ. ಮತ್ತು ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಅದರ ಮಹತ್ವಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ಬೈಜಿಕ ಗುಣಗಳು :

ಬೈಜಿಕ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಪ್ರಚಂಡ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ, ಆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ವಿದಳನ ಬೀಜವನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಅಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ತಗ್ಗಿಸಿದರೆ ಅದು ವಿದಳನವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ವೇಗವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲು ಬಳಸುವ ವಸ್ತುವೇ ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕ.

ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕ ವಸ್ತುವು ಉತ್ತಮವಾದ ಚದುರುವಿಕೆಯ ಸಂಭವನೀಯತೆಯನ್ನೂ, ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಹೀರುವ ಸಂಭವನೀಯತೆಯನ್ನೂ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಘಾತಶಕ್ತಿ ವರ್ಗಾವಣಾಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರಬೇಕು.

ದ್ವಿತೀಯಕವು ಒಂದು ಉತ್ತಮ ಬೈಜಿಕ ಇಂಧನ. ಎರಡು ದ್ವಿತೀಯಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಂಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಂಡು ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಹೀಲಿಯಂ ಅಣುಗಳಾಗಬಲ್ಲವು.

$೨\ {}_{೧}D^{೨} \rightarrow {}_{೨}He^{೪} + e +$ ಶಕ್ತಿ

ಶಕ್ತಿ/ಪೌಂಡ ದ್ವಿತೀಯಕ $=$ ೨೪೬ $\times$ ೧೦^{೯} ಬಿಟಿಯು.

ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಂಡ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲುದು. ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ಇಂಧನ ೨೪೬ $\times$ ೧೦^{೯} ಬಿಟಿಯು ವಿನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆಂದರೆ ಅದರ ಪ್ರಚಂಡತೆಯು ಅರಿವಾಗುತ್ತದೆ.

ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕಗಳು :

	ನೀರು	ಗುರುಜಲ	ಬೆರಿಲಿಯಂ	ಇಂಗಾಲ
ನಿಧಾನಿಸುವ ಅಥವಾ ನಿಯಂತ್ರಕ ಶಕ್ತಿ	೧.೨೮	೦.೧೮	೦.೧೬	೦.೦೬೫
ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕ ಪ್ರಮಾಣ	೫೮	೮೩೦೦	೧೩೦	೨೦೦
ಇಂಧನ	ಪರಿಷ್ಕೃತ	ನೈಸರ್ಗಿಕ	—	ನೈಸರ್ಗಿಕ
ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕ ಪ್ರಮಾಣ / ಇಂಧನ	ಕಡಿಮೆ	ಜಾಸ್ತಿ	—	ಗುರುಜಲಕ್ಕೂ ಜಾಸ್ತಿ

ಬೀಜಾಣುವಿನ ನಿಧಾನಿಸುವ ಶಕ್ತಿ = ಪ್ರತಿ ಆಘಾತದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುವಿನ ಸರಾಸರಿ ಶಕ್ತಿ ನಷ್ಟ × ಬೀಜಾಣುವಿನ ಚದರುವಿಕೆಯ ಸಂಭವನೀಯತೆ

ಬೀಜಾಣುವಿನ ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕ ಪ್ರಮಾ = ನಿಧಾನಿಸುವ ಶಕ್ತಿ / ಹೀರುವಿಕೆಯ ಸಂಭವನೀಯತೆ

(ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕ/ಇಂಧನ) $\propto$ (೧ / ನಿಧಾನಿಸುವ ಶಕ್ತಿ)

ಇಂಧನ — $u^{೨೩೫}$ ಮತ್ತು $u^{೨೩೮}$ ಗಳ ಮಿಶ್ರಣ

ಭೌತ ಗುಣಗಳು :

ಗುರುಜಲ – ಲಘುಜಲಗಳ ಭೌತ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಜಲ ಜನಕ ಮತ್ತು ದ್ವಿತೀಯಕಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕಗಳು ೧ : ೨ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟು ಭಿನ್ನವಾಗಿರುವುದೇ ಆಗಿದೆ. ಗುರುಜಲದ ಕೆಲವು ಗುಣಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ:

ದ್ರವ ಬಿಂದು (Melting Point)	೩.೮೨° ಸೆಂ.
ಬಾಷ್ಪ ಬಿಂದು (Boiling Point)	೧೦೧.೪೨° ಸೆಂ.
ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆ (೨೦° ಸೆಂ.) (Specific Gravity)	೧.೧೦೫೯
ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ/ಘ. ಸೆಂ. ಮೀ.	೦.೦೩೩×೧೦^{೨೪}
ಅವಧಿಕ ಒತ್ತಡ (Critical Pressure)	೨೧೮.೬ ವಾ.ಸಂ.
ಅವಧಿಕ ಉಷ್ಣತಾಮಾನ (Critical Temperature)	೩೭೧.೫° ಸೆಂ.
ಅವಧಿಕ ಸಾಂದ್ರತೆ (Critical Density)	೦.೩೬೩ ಗ್ರಾಂ./ಘ.ಸೆಂ. ಮೀ.
ಗರಿಷ್ಠ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಉಷ್ಣತಾಮಾನ	೧೧.೬° ಸೆಂ.
ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕ ನಿಯತಾಂಕ (೨೦° ಸೆಂ.) (Dielectric Constant)	೮೦.೫
ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ (Viscosity) (೨೦° ಸೆಂ.)	೧೨.೫ ಮಿ.ಪಾಯ್ಸ್
ಕ್ಷೇತ್ರ ಗಾಢತೆ (Surface Tension) (೧೯° ಸೆಂ.)	೬೭.೮೩ ಡೈನ್/ಸೆಂ.ಮೀ.
ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿ (Magnetic Suseeptibility)	೦.೬೫×೧೦^{೬}
ವಕ್ರೀಭವನ ಸಂಖ್ಯೆ (Refractive Index) (೨೦° ಸೆಂ.	೧.೩೨೮೪೪
ಅಯೋಣು ಗುಣಲಬ್ಧ (Ionic Product) (೨೫° ಸೆಂ.)	೦.೩×೧೦^{-೧೪}
ಅಣು ಘನೀಭವನ ಶಾಖಾಂಕದ ಇಳಿತ (Depression in Molecular freezing Point	೨.೦೫೦° ಸೆಂ.
ದ್ರವೀಭವನ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ (ದ್ರ. ಬಿಂ. ನಲ್ಲಿ) (Latent heat of melting)	೧.೫೨೨ಕಿ.ಕ್ಯಾ/ಅಣು
ಬಾಷ್ಪೀಭವನ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ (ಬಾ. ಬಿಂ. ನಲ್ಲಿ) (Latent heat of Vapourisation)	೯.೯೬೦ ,,
ನೈರ್ಮಾಣಿಕ ಉಷ್ಣ (Heat of formation (೨೫° ಸೆಂ.)	೭೦.೪೧ ,,

ಅಯೋಣು ಚಲನೆ (Ionic mobility) (೧೮° ಸೆಂ.)	k^+ ೫೪.೪
ಕರಗುವಿಕೆ-ಉಪ್ಪು (೨೫° ಸೆಂ.)	೦.೩೦೫ ಗ್ರಾ./ಗ್ರಾಂ.
ಬಾಷ್ಪಸಂಮರ್ದ (Vapour Pressure) (೧೦೦° ಸೆಂ.)	೦.೯೫೦೩ ವಾ. ಸಂ.

ಜೈವಶಾಸ್ತ್ರಿಕ ಗುಣಗಳು :

ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕವನ್ನು ದ್ವಿತೀಯಕದಿಂದ ಬದಲಾಯಿಸುವುದಕ್ಕೆ ದ್ವಿತೀಯಕೀಕರಣ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ರೀತಿ ದ್ವಿತೀಯಕೀಕರಣಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ತೀರ ಭಿನ್ನ ರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಕೆಲವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಶೇ. ೨೫ ರಷ್ಟು ದ್ವಿತೀಯಕೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿಂತುಹೋದರೆ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಶೇ. ೯೦ ರಲ್ಲೂ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನೂ ಹೊಂದಲಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿಯ ಜಟಿಲ ಜೀವಕಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಉನ್ನತಮಟ್ಟದ ರಚನಾ ಕ್ರಮಗಳಿಂದ ದ್ವಿತೀಯಕೀಕರಣಕ್ಕೆ ಅವು ಸುಲಭ ಸಂವೇದಿಗಳಾಗಿವೆ. ಶೇ. ೩೦ ರಷ್ಟು ದ್ವಿತೀಯಕೀಕರಣ ಮಾಡಿದ ಇಲಿಗಳು ಅತಿ ವಿಷಪ್ರಾಶನದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರಿದರೆ ಶೇ. ೩೦-೩೫ರ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಅವು ಸತ್ತೇ ಹೋದವು. ಬಹುಶಃ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಶರ್ಕರ ಪಿಷ್ಟಗಳ ಜೀರ್ಣಿಸುವಿಕೆಯು ತೀವ್ರವಾಗಿ ಕುಂಠಿತಗೊಂಡು ಅದರ ಉಪಯೋಗ ಪಡೆಯಲಾರವೆಂದು ತೋರುತ್ತದೆ.

ಉಪಯೋಗಗಳು :

೧) ಉತ್ತಮ ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕವಾಗಿದ್ದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಯುರೇನಿಯಂ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

೨) ಉತ್ತಮವಾದ ಉಷ್ಣ ವಿನಿಮಯ ಗುಣಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಘಟಕಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ದಕ್ಷವಾಗಿ ಹೊರತೆಗೆಯುತ್ತದೆ.

೩) ೨ $_{೧}D^{೨} \rightarrow {}_{೨}He^{೪}$ ಈ ಸಂಮಿಳನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಪೌಂಡಿಗೆ ೨೪೭ $\times$ ೧೦^{೯} ಬಿಟಿಯುವಿನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಜಗತ್ತಿನ ಎಲ್ಲ ದ್ವಿತೀಯಕವೂ ಸೇರಿ ಸುಮಾರು ೧೦^{೧೭} ಪೌಂಡುಗಳಷ್ಟೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದೆ. ಅದರಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಸುಮಾರು ೨.೫ $\times$ ೧೦^{೨೮} ಬಿಟಿಯು ಶಕ್ತಿಯು ಶಕ್ತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧೦^{೧೧} ವರ್ಷಗಳ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸೀತು. ಅಂದರೆ ಇಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಎಣ್ಣೆ, ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಯುರೇನಿಯಂ ಇತ್ಯಾದಿ ಎಲ್ಲ ಇಂಧನಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಅನೇಕ ಪಟ್ಟು ಅಧಿಕ ಎನ್ನುವುದು ತುಂಬ ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಸಂಗತಿ.

ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನಗಳು :

೧) ದ್ರವ್ಯಪಟಲ ಮಾಪಕ—ಅನಿಲರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಮಿಶ್ರಣದಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕ - ದ್ವಿತೀಯಕಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

೨) ಅನಿಲಪಟಲಮಾಪಕ— – ,, –

೩) ವಕ್ರೀಭವನ—ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲ ಸಂಕೇತ

೪) ಸಾಂದ್ರತೆ—ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲ/ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂಕೇತ

೫) ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆ ಸಂಘಟ್ಟಣೆ—ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂಕೇತ

೬) ಉಷ್ಣವಾಹಕತೆ—ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂಕೇತ

೭) ರಕ್ತವರ್ಣಾತೀತ ಪ್ರಕಾಶಮಾಪನ—ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂಕೇತ

* * *

ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಕೋಶ

ಗುರುಜಲ—Heavy Water
ಗುರು ಜಲಜನಕ—Heavy Hydrogen
ದ್ವಿತೀಯಕ—Deuterium
ತೃತೀಯಕ—Tritium
ಸಮಸ್ಥಾನೀಯ—Isotope
ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾ ಘಟಕ—Reactor
ಬೈಜಿಕ—Nuclear
ಸಂಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆ—Fusion Reactor
ಕಾರ್ಯಾಗಾರ—Factory
ಪರಿಶುದ್ಧೀಕರಣ—Rectification
ವಿಂಗಡಣಾ ಗುಣಕ—Separation Factor
ವಿನಿಮಯ ಸ್ತಂಭನಳಿಕೆ—Exchange Tower
ಕ್ಷೀಣ ಅನಿಲ—Depleted Gas
ಸರಬರಾಯಿ ಅನಿಲ—Feed Gas

ಆವರ್ತನ ಅನಿಲ—Recycle Gas
ಪೂರೈಕೆಯ ದ್ರವ—Make-up Liquid
ಸಂಯೋಜಕ—Converter
ವಿಭಜಕ—Cracker
ಏಕೋಷ್ಣ—Monothermal
ದ್ವಯೋಷ್ಣ—Bithermal or Dual Temperature
ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ—Catalyst
ಸಮಸ್ಥಿತಿ—Equilibrium
ಪ್ರವಾಹ ಪರಾವರ್ತನ—Reflux Stream
ಪ್ರಸಕ್ತನಿಯತಾಂಕ—Parameter
ಅತಿ ಶೈತ್ಯ—Low Temperature
ಜಲ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೆ—Electrolysis of Water
ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆ—Fission Reaction
ನ್ಯೂಟ್ರಾನು—Neutron
ಬೀಜ—Nucleus
ವೇಗ ನಿಯಂತ್ರಕ—Moderator
ಚದುರುವಿಕೆಯ ಸಂಭವ—Scattering Cross Section
ಹೀರುವ ಸಂಭವನೀಯುತೆ–Absorption Cross Section
ಆಘಾತ—Collision
ಅಘಾತ ಶಕ್ತಿ ವರ್ಗಾವಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ—Ability to transfer energy/Collision
ಸುಲಭ ಸಂವೇದಿ—More Sensitive
ಸಂವೇದನೆ—Sensitivity
ದ್ರವ್ಯಪಟಲ ಮಾಪನ—Liquid Chromatography
ಅನಿಲ ವರ್ಣಪಟಲ ಮಾಪನ—Gas Chromatograph
ವಕ್ರೀ ಭವನ—Refraction
ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆ ಸಂಘಟ್ಟಣೆ—Interference of Light waves
ಉಷ್ಣವಾಹಕತೆ—Thermal Conductivity
ರಕ್ತವರ್ಣಾತೀತ ಪ್ರಕಾಶ ಮಾಪಕ—1nfrared spectro–photometry

* * *

ಮೂಲ ಕಣಗಳು

● ವ್ಹಿ. ಎಂ. ಕೋರವಾರ

ಇಂದು, ಪದಾರ್ಥದ ರಚನೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ವಿದಿತವಿರುತ್ತದೆ. ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತ ಹೋದಂತೆ ಮೊದಮೊದಲು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ತುಂಡುಗಳು, ನಂತರ ಅಣುಗಳು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳು ನಮಗೆ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಹೊಕ್ಕು 'ನೋಡಿದರೆ', ನಮಗೆ ಅವರಲ್ಲಿ 'ಕಾಣುವುದು' ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವುದು. ಇತ್ತೀಚಿನ ವರೆಗೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸೇ ಎಲ್ಲಕ್ಕೂ ಚಿಕ್ಕ ಕಣವೆಂದೂ ಅದು ಅಭೇದ್ಯವೆಂದೂ ತಿಳಿಯಲ್ಪಡುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಈಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು ಕೂಡ ಭೇದ್ಯ ಮತ್ತು ಅದರ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳು ಇರುತ್ತವೆಯೆಂದು ಸ್ಥಾಪಿತವಾದ ಸಂಗತಿ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಇನ್ನು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಎಂದರೆ ಈ ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಕೂಡ ಭೇದ್ಯವಿರಬಹುದೆ? ಅಂದರೆ, ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೇ ಅಂತಿಮ ಕಣಗಳಾಗಿರಲಿಕ್ಕಿಲ್ಲವೆ? ಅಲ್ಲದೆ, ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೊಳಗಿರಬಹುದಾದ 'ಅಂತಿಮ' ಕಣಗಳನ್ನುಳಿದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಕಣಗಳಿರಬಹುದೆ? ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಮಾನವನ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆಣಕಿ 'ಮೂಲಕಣ'ಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಅವನು ಕೈಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಪ್ರಚೋದಿಸಿವೆ.

ಹಾಗಾದರೆ ಮೂಲಕಣವೆಂದರೇನು? ಅದನ್ನು ಹೇಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು? ಯಾವುದೇ ಕಣ ವಿಘಟನೆಹೊಂದಿಯೋ, ಇನ್ನಾವುದೋ ಕಾರಣದಿಂದಲೋ ತನಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಭಿನ್ನವಾದ ಕಣವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದು ಮೂಲಕಣವಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಕಣಗಳನ್ನು ಕೊಡದಿದ್ದರೆ ಅದೇ ಮೂಲಕಣ. ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಅನ್ವಯಿಸಿ ಮೂಲ ಕಣಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಲು ಹೊರಟರೆ ನಮಗೆ ದೊರೆಯುವ ಮೂಲ ಕಣಗಳು ತೀರ ಕಡಿಮೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಪೊಸಿಟ್ರಾನ್, ಪ್ರೋಟಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ಮುಂತಾದವು ಮಾತ್ರ ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯ ಒರೆಗಲ್ಲಿಗೆ ನಿಲ್ಲಬಹುದಾದಂಥವಾಗಿವೆ. ಆದರೆ ಪದಾರ್ಥದ ರಚನೆಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಅವಶ್ಯವಾದ ಮೂಲ ಕಣಗಳು ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಇರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಫೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಅಲ್ಲದೆ ವಿಶ್ವಕಿರಣ (Cosmic ray)ಗಳಲ್ಲಿ ಮೀಸಾನುಗಳಂತಹ ಭಾರ ಕಣಗಳೂ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಎಂದರೆ, ಫೋಟಾನ್, ಅಂದರೆ ಶಕ್ತಿ ಘಟಕ, ಕಣವು ಅಹುದೋ ಅಲ್ಲವೋ? ಕಣವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಮೂಲ ಕಣವೋ ಹೇಗೆ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಂತಹವುಗಳನ್ನು ಈಗ ಸುಲಭವಾಗಿ ಈ ರೀತಿ ಉತ್ತರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ: ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ನರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಾಪೇಕ್ಷತಾವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇವು ಒಂದೇ ಪರಿಮಾಣದ ಎರಡು ಮುಖಗಳು. ಆದುದರಿಂದ ಫೋಟಾನನ್ನು ಕೂಡ ಕಣವೆಂದೇ ಎಣಿಸಬಹುದು. ಫೋಟಾನನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡಂತೆ 'ಮೂಲ' ಕಣಗಳ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗುವುದು.

೧. **ಫೋಟಾನ್** (Photon) : ಫೋಟಾನದ ಉದಯ ೧೯೦೦ ರಲ್ಲಿ ಆಯಿತೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಆಗಿನ ಕಾಲದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ನಿಯಮಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಕೃಷ್ಣಕಾಯ (Black body) ವಿಕಿರಣದ ವಿದ್ಯಮಾನ ತೃಪ್ತಿಕರ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ತಿಳಿಯುವಂತೆ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲು ಹೇಳಿದವನು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್ ಪ್ಲಾಂಕ್ ಎಂಬ ಜರ್ಮನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಶಕ್ತಿಯು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ದೊರೆಯದೆ, ಕ್ವಾಂಟಮುಗಳಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಲಭಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸಾರಿದನು. ಈಗ ವಿಕಿರಣದ ಆಕರವೊಂದನ್ನು ವಿವೇಚಿಸೋಣ. ಈ ಆಕರ ಒಂದೇ ಒಂದು ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯ (Frequency) ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ

ಎಂದು ತಿಳಿದರೆ, ಅದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಾವು ಕೇವಲ $h\nu$, $2h\nu$, $3h\nu$, ಎಂದು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ν ವಿಕಿರಣದ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು h ಒಂದು ಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಅದಕ್ಕೆ ಪ್ಲಾಂಕನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಫೋಟಾನಿಗೆ ಸ್ಪಿನ್ $1 \frac{h}{2\pi}$ ಇರುತ್ತದೆ.

೨. **ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್** : ೧೯ ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಗೆ ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ ಎಂಬ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಸರ್ಜನೆ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವಾಗ ಈ ಕಣವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದನು. ಈ ಕಣವೇ ಈಗ ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಣದ ಮೂಲ ಕಣವೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ ಕಣ ಫೋಟಾನ್ ಆದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮೂಲ ಕಣ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್.

ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ 9.1×10^{-28} gm. ಮತ್ತು ಅದರ ಋಣವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಣ $4{\cdot}8 \times 10^{-10}$ e. s. u. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸ್ಪಿನ್ $\frac{1}{2} \frac{h}{2\pi}$ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ 0·51 Mev ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಪ್ರತಿಕಣ (antiparticle) **ಪೊಸಿಟ್ರಾನ್.** ಇದು ಎಲ್ಲ ವಿಧದಲ್ಲಿಯೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಂತೆಯೇ ಇದ್ದು, ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಣದ ಚಿಹ್ನೆ ಮಾತ್ರ ಧನವಿರುತ್ತದೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಪೊಸಿಟ್ರಾನ್ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸೇರಿ ತಮ್ಮ ನಾಶಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲುವು. ಆಗ ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಶಕ್ತಿ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ.

೩. **ಪ್ರೋಟಾನ್** : ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಯಾವುದೊಂದು ವಿಧಾನದಿಂದ ಅದರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಅನಂತದೂರದೆಡೆಗೆ ಒಯ್ದರೆ, ಉಳಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ರಹಿತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸೇ ಪ್ರೋಟಾನ್. ಪ್ರೋಟಾನಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ 1836 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಷ್ಟು. ಅಥವಾ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ 938·26 Mev; ಅದರ ಸ್ಪಿನ್ $\frac{1}{2} \frac{h}{2\pi}$ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಮೇಲಿನ ಧನವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಣ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಪೂರಣದಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ.

ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಪ್ರತಿ ಕಣ ಕೂಡ ಇದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಪ್ರೋಟಾನಿನಷ್ಟೇ ಇದ್ದು ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಣ ಋಣವಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕೂಡ ಶೋಧವಾಗಿದೆ.

ಪ್ರೋಟಾನ್, ಪ್ರತಿಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಕೂಡ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ನಾಶಮಾಡಬಲ್ಲುವು. ಆದರೆ ಈ ನಾಶದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪೊಸಿಟ್ರಾನುಗಳ ನಾಶದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಫೋಟಾನುಗಳಿರದೆ, ಪಾಯ್ ಮೀಸಾನುಗಳೆಂಬ ಕಣಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಸ್ಪಿನ್ $\frac{1}{2} \frac{h}{2\pi}$.

೪. **ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್** : ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆ (natural radio activity)ಯು ಶೋಧವಾದ ನಂತರದ ಕೆಲವೇ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಕೃತ್ರಿಮ ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆ ಕೂಡ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. α– ಕಣಗಳಂತಹ ಕಣಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಾಡಿಸಿ ಕೃತ್ರಿಮ ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡಬಹುದು. ಇಂಥ ಒಂದು ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ 1932 ರಲ್ಲಿ ಚ್ಯಾಡ್‌ವಿಕ್‌ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣವನ್ನು ಶೋಧಿಸಿದನು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಿಂತ ಕಿಂಚಿತ್ ಮಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅದು 939.56 Mev ಇರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಭದ್ರ ಕಣವಲ್ಲ; ಅದು ವಿಕಿರಣಶೀಲವಿದ್ದು ಅದರ ಅರ್ಧಾಯುಮಾನ 1.013×10^{3} ಸೆಕೆಂದುಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ವಿದ್ಯುದ್ರಹಿತವಿರುತ್ತದೆ. ಆದ ಕಾರಣ ಅದು ಯಾವುದೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರ ಭೇದಿಸಬಲ್ಲದು. ಈ ಸಂಗತಿಯನ್ನೇ ಯುರೇನಿಯಮ್‌ದ ವಿದಳನ (fission)ದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೆ ಕೂಡ ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಇದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಇಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ, ಅದರ ಪ್ರತಿಕಣ ವಿರುದ್ಧ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದು ಪ್ರತಿಕಣ ಎಂದೆನಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾರದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಕಾಂತೀಯ ಭ್ರಾಮ್ಯತೆ ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿ-ನ್ಯೂಟ್ರಾನ ಧನ ಕಾಂತೀಯ ಭ್ರಾಮ್ಯತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

೫. **ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ** : ಕೆಲವೊಂದು ವಿಕಿರಣಶೀಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು β ಕಣಗಳನ್ನು (ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು) ಹೊರ ಚೆಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ಮತ್ತು ಸ್ಪಿನ್ ನಿತ್ಯತ್ವ ಇವೆರಡೂ ಬಾಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಂತೆ (violated) ತೋರ

ಮೊದಲು ಕಂಡುಬಂದಿತು. β ಕಣಗಳ ಶಕ್ತಿ ರೋಹಿತವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸುವುದು ಸಮಸ್ಯೆಯೇ ಆಯಿತು. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪಾಲಿ ೧೯೩೧ರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬಿಡಿಸಿದನು. ಈಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ β ಕಣಗಳನ್ನುಳಿದು ಇನ್ನೊಂದು ಹೊಸ ಕಣ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅವನು ತರ್ಕಿಸಿದನು. ಅದೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನೊ. ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ತೀರ ಹತ್ತಿರ; ಶ್ಯೂನ್ಯವೆಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು. ಅದಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಣವಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ಪಿನ್ $\frac{1}{2}\,\frac{h}{2\pi}$.

ಕೆಲವೊಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲೀಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋದ ಪ್ರತಿಕಣ ಕೂಡ ಹೊರಹೊಮ್ಮುದುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಇದೇ ಪ್ರತಿ-ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ನೂಟ್ರಿನೋ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ 'ಹೆಲಿಸಿಟಿ' ಎಂಬ ಗುಣಧರ್ಮದಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಿರುತ್ತವೆ. ಹೆಲಿಸಿಟಿ ಎಂದರೆ ಸ್ಪಿನ್ ಮತ್ತು ಸಂವೇಗ ಇವುಗಳ ಸ್ಕೇಲರ್ ಗುಣಲಬ್ಧವನ್ನು ಈ ಪರಿಮಾಣಗಳ ಕೇವಲ ಮೌಲ್ಯಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧದಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದಾಗ ಬರುವಂತಹದು. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋವಿಗೆ ಹೆಲಿಸಿಟಿ −1 ಇದ್ದರೆ, ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋವಿಗೆ ಅದು + 1 ಇರುತ್ತದೆ.

ಮೀಸಾನುಗಳು: ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇರುತ್ತವಷ್ಟೆ? ಪ್ರೋಟಾನಿಗೆ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಣವಿದೆ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ವಿದ್ಯುದ್ರಹಿತವಾಗಿದೆ; ಹಾಗಾದರೆ, ಒಂದು ಭದ್ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಲ್ಪಿಸುವುದು? ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ನಡುವೆ ವಿರುದ್ಧ ಜಾತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವಿರಲಾರದು. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಭದ್ರತೆಯನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಲು ಯುಕಾವಾ ಎಂಬ ಜಪಾನಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹೊಸದೊಂದು ಕಣದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಕೇವಲ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿ ಊಹಿಸಿದನು. ಇದರ ಹೆಸರು ಮೀಸಾನ್. ಅವನ ಪ್ರಕಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು ಸದಾಕಾಲ ಒಂದು ಮೀಸಾನನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ; ಸಂಜ್ಞೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೀಗೆ ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು.

$$p \rightarrow n + \pi^+$$

ಇಲ್ಲಿ p, ಪ್ರೋಟಾನ್, n, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು π^+, ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಣದ π ಮೀಸಾನ್. ಇದರಂತೆಯೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಕೂಡ ಒಂದು π ಮೀಸಾನನ್ನೂ ವಿಸರ್ಜಿಸಿ ಪ್ರೋಟಾನಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಸದಾಕಾಲ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಈ ಮೀಸಾನುಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳೇ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ನಡುವೆ ಬಂಧಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತವೆ.

ಮೀಸಾನುಗಳು ಅನಂತರ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಶೋಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟವು. ಮೀಸಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ವಿಧಗಳುಂಟು—π ಮೀಸಾನುಗಳು ಮತ್ತು μ ಮೀಸಾನುಗಳು, ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಿತ π^+ಮೀಸಾನುಗಳು, μ^+ಮೀಸಾನುಗಳು ಕಣಗಳೆಂದು ತಿಳಿದರೆ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿ ಕಣಗಳು ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಪೂರಿತ π ಮತು μ ಮೀಸಾನುಗಳು ಇವಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯುದ್ರಹಿತ π^0 ಮೀಸಾನುಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. π^+ ಮೀಸಾನು ವಿಕಿರಣಶೀಲವಿದ್ದು, ಅದು ಒಂದು μ^+ ಮೀಸಾನಿಗೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋವಿಗೆ ಜನ್ಮವೀಯುತ್ತದೆ. μ^+ ಮೀಸಾನು ಕೂಡ ವಿಕಿರಣಶೀಲವಿದ್ದು ಅದು ಒಂದು ಪೊಸಿಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ಮತ್ತು ಒಂದು ಪ್ರತಿ-ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. π ಮೀಸಾನದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ 273 me, π^0 ಮೀಸಾನದ್ದು 264 me ಮತ್ತು μ ಮೀಸಾನಿನದು 207 me ಇರುತ್ತವೆ; ಇಲ್ಲಿ me, ಇಲೇಕ್ಟ್ರಾನಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ π ಮೀಸಾನುಗಳಿಗೆ ಸ್ಪಿನ್ 0, ಆದರೆ μ ಮೀಸಾನಿಗೆ $\frac{1}{2}\,\frac{h}{2\pi}$ ಸ್ಪಿನ್ ಇರುತ್ತದೆ.

ಈ ಮೂಲ ಕಣಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ಕೇವಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮುಂದಿನ ಹೆಜ್ಜೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಬಗೆಗೆ ತಿಳಿದರೆ ಸಾಕಿತ್ತು. ಮೂಲ ಕಣಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವುದರಿಂದ ಪ್ರೋಟಾನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ, ನ್ಯೂಕ್ಲೀಯ ಬಲಗಳು ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿದಂತಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಅಧ್ಯಯನ ಕೇವಲ ಸಾಮಾನ್ಯ ದ್ರವ್ಯದ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯುವಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿ ಆಗಿರದೆ ವಿಶ್ವ ಕಿರಣಗಳಂತಹ ಅಗೋಚರ ದ್ರವ್ಯವನ್ನು ತಿಳಿಯುವಲ್ಲಿ ಸಹ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ.

* * *

ಸಂಪಾದಕೀಯ

ಮೇ ೧೮-೧೯೭೪ ಭಾರತದ ಅಣುಶಕ್ತಿ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ದಿನವಾಗಿದೆ. ಅಂದು ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಆಯೋಗವು ರಾಜಸ್ಥಾನದ ಮರುಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲೀಯ ಸ್ಫೋಟವನ್ನು ಮಾಡಿ ಜಗತ್ತನ್ನು ಅಚ್ಚರಿಗೊಳಿಸಿತು. ಇದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಕೆಲವೇ ಮಹಾನ್ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತವೂ ಒಂದಾಗಿ ಪರಿಗಣಿತವಾಯಿತು.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಮಹತ್ತರ ಮುನ್ನಡೆಗೆ ಕಾರಣರಾದವರು ಇಂದಿನ 'ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಆಯೋಗ'ದ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾದ ಡಾ|| ಸೇಥ್ನಾ, ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿ ಡಾ|| ರಾಜಾರಾಮಣ್ಣ ಹಾಗೂ ಮುಂಬೈ ನಗರದ ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಡಾ|| ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ ಅಟೋಮಿಕ್ ರಿಸರ್ಚ ಸೆಂಟರಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಅಭಿನಂದನಾರ್ಹರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಮುಂಬೈಯ "ಭಾಭಾ ಅಟೋಮಿಕ್ ರಿಸರ್ಚ ಸೆಂಟರಿ"ನಲ್ಲಿ ಕರ್ನಾಟಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇದ್ದುದೊಂದು ಹೆಮ್ಮೆಯ ವಿಷಯ. ಅವರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡನಾಡಿನ ಜನತೆ ಅತ್ಯಂತ ಹರ್ಷದಿಂದ ಎದುರುನೋಡುತ್ತಿರುವಂತೆಯೇ ಅವರೆಲ್ಲ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಮುಂಬೈಯಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪರಿಷತ್ತನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ, ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾದ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಹೇಳುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಕೈಕೊಂಡು ಕನ್ನಡ ಕುಲಕೋಟಿಯ ವಿಶೇಷ ಅಭಿವಂದನೆಗೆ ಪಾತ್ರರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನಪರಿಷತ್ತಿನ ಮುಖಾಂತರ 'ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಮಾನವ' ಎಂಬ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಸಪ್ಟಂಬರ ೯-೧೯೭೪ರಂದು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿಚಾರ ಸಂಕಿರಣವೊಂದನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಸಂಕಿರಣದ ಸಮಸ್ತ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆಸುವ ಸಾಹಸ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

'ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿ' ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಮಸ್ತ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾದ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ತರುವ ಮಹಾ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗಿದೆ. ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಸಮರ್ಥ ಮಾಧ್ಯಮವಾಗುವಂತೆ ಅಣಿಗೊಳಿಸುವದು 'ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿ'ಯ ಪ್ರಮುಖ ಉದ್ದೇಶ. ಭಾಭಾ ಅಣುಶಕ್ತಿ ಸೆಂಟರಿನ ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪರಿಷತ್ತಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ವಿಚಾರಸಂಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಓದಿದ ವಿದ್ವಾಂಸರು ತಮ್ಮ ಲೇಖನಗಳನ್ನು 'ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿ'ಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಬೇಕೆಂದು ವಿನಂತಿಸಿ ನಮಗೆ ಓಲೆ ಬರೆದಾಗ ಅವರ ಸ್ತುತ್ಯಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಮನವಾರೆ ಮೆಚ್ಚಿ ವಿಚಾರಸಂಕಿರಣದ ಎಲ್ಲ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿಯ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಸಂಚಿಕೆಯನ್ನೇ ಹೊರಡಿಸುವ ನಿರ್ಧಾರ ಕೈಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಆ ನಿರ್ಧಾರದ ಫಲವಾಗಿ ಇಂದು ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿಯ 'ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ವಿಶೇಷಾಂಕ'ವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಮ್ಮೆಯಿಂದ ಓದುಗರ ಕೈಗೆ ಸಮರ್ಪಿಸುತ್ತಲಿದ್ದೇವೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿಯ ಈ ಸಂಚಿಕೆಯನ್ನು 'ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ವಿಶೇಷಾಂಕ' ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕುಕಂಡ ಎಲ್ಲ ಲೇಖನಗಳೂ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಅದರ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ಕುರಿತಾಗಿವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಡೀ ಸಂಚಿಕೆಗೆ 'ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ವಿಶೇಷಾಂಕ' ಎಂದು ಕರೆದುದು ಔಚಿತ್ಯಪೂರ್ಣವಾಗಿದೆಯೆಂದು ನಮ್ಮ ನಂಬುಗೆ. ನಾಗರಿಕತೆಯ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯು ಅಡಿಗಲ್ಲು. ನಾಗರಿಕತೆ ವರ್ಧಿಸಿದಂತೆ ಹೊಸ ಹೊಸ ಶಕ್ತಿಮೂಲಗಳನ್ನು

ಸಂಶೋಧಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ಅವಶ್ಯಕವೂ ಅತ್ಯಂತ ತುರ್ತಿನದೂ ಆಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ವಿಜ್ಞಾನವು ನಾಗರಿಕತೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಕೊಟ್ಟ ಒಂದು ವರದಾನವಾಗಿದೆಯೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಪರಮಾಣು, ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ಮಹಾಗಾರ. ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅದರ ವಿವಿಧ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಯಥಾಶಕ್ತಿ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುವದೇ ಈ ಎಲ್ಲ ಲೇಖನಗಳ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿದೆ.

ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಅಪರಿಮಿತವಾದದ್ದೆಂದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಶಕ್ತಿ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಯಂತ್ರಾಗಾರವೇ "ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರು." ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ಪರಿಚಯ ಹಾಗೂ ಅದರ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತತ್ವ, ಅದರಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಶಾಖದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪಾದನೆ ಇತ್ಯಾದಿ ವಿಷಯಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಕೆಲವು ಲೇಖನಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿತವಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುವಿನಂತಹ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜಟಿಲ ವಿಷಯವನ್ನು ಅಚ್ಚಗನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಿದ ಎಲ್ಲ ಲೇಖಕರಿಗೂ 'ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿ' ಅನಂತ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿದೆ.

* * *

'ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಶೇಷಾಂಕ'ದ ಲೇಖಕರು

● ಎಸ್. ವಸಂತಕುಮಾರ್

ಶ್ರೀಯುತರು ೧೯೫೬ ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದು, ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ ಆಫ್ ಸಾಯನ್ಸ ಬೆಂಗಳೂರಿನಿಂದ ೧೯೫೮ ರಲ್ಲಿ ಡಿ.ಅಯ್.ಆಯ್.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಕೆಮಿಕಲ್ ಎಂಜಿನಿಯ-ರಿಂಗ್) ಪದವಿ ಪಡೆದು ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ೧೯೫೯ ರಲ್ಲಿ ಸೇರಿದರು. ಭಾರತದ ಪ್ರಥಮ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಗೃಹದ ಯೋಜನೆ, ಕಟ್ಟಡ ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಯಾರಂಭದ ಎಲ್ಲ ಹಂತಗಳಲ್ಲೂ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡಿ ಈಗ ಎರಡನೆಯ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಗೃಹದ ರಚನೆಯಲ್ಲೂ, ಇಂಧನ ಪುನಶ್ಶುದ್ಧೀಕರಣದಲ್ಲಿಯೂ ಕಾರ್ಯನಿರತರಿದ್ದಾರೆ.

● ಎಚ್. ಕೆ. ಶಾಮರಾವ

ಶ್ರೀಯುತರು ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಿಂದ ೧೯೫೧ ರಲ್ಲಿ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಅಗ್ರಿ) ಪದವಿ ಪಡೆದು, ೧೯೫೩ರಲ್ಲಿ ಪುಣೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಿಂದ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಅಗ್ರಿ) ಪದವಿಯನ್ನು ಅದೇ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಿಂದ ೧೯೬೩ರಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಯನ್ನೂ ಪಡೆದರು. ೧೯೬೧-೬೨ರಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ೧೯೭೧-೭೨ರಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಅಮೇರಿಕೆಯ ಮಿಸೂರಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಹಾಗೂ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ ಆಫ್ ಜೆನೆಟಿಕ್ಸ, ಮಿಶಿಮಾ, ಜಪಾನಗಳಿಗೆ ಹೋಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವ್ಯಾಸಂಗ ಮಾಡಿ ಬಂದರು. ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ಶ್ರೀಯುತರು ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಬಾಯೊ ಮೆಡಿಕಲ್ ಗ್ರೂಪಿನಲ್ಲಿ ಮ್ಯುಟೇಶನ್ ಬ್ರೀಡಿಂಗ್ ಹಾಗೂ ಟಿಶ್ಯೂ ಕಲ್ಚರ ಆಫ್ ಕ್ರಾಪ ಪ್ಲಾಂಟ್ಸ ಮೇಲೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

● ಡಾ. ಶ. ಯ. ಚೌಧರಿ

ಶ್ರೀಯುತರು ಬೆಳಗಾಂವಿಯಲ್ಲಿ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದು ಒಂದು ವರ್ಷ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿಯೂ ನಂತರ ಒಂದು ವರ್ಷ ಪುಣೆಯ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಕೆಮಿಕಲ್ ಲ್ಯಾಬೋರೇಟರಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿ ೧೯೫೮ರಿಂದ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಐಸೋಟೋಪ್ ಡಿವಿಜನ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಹಂಗೇರಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ವರ್ಷ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ಡಾಕ್ಟರೇಟ ಆಫ್ ಯುನಿವರ್ಸಿಟಿ ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ಶ್ರೀಯುತರ ಐದು ಬರಹಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ.

● ಡಾ. ಡಿ. ವಿ. ಗೋಪಿನಾಥ

ನಾಲ್ವತ್ತು ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಡಾ. ಡಿ. ವಿ. ಗೋಪಿನಾಥ ಅವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ೧೯೫೩ ರಲ್ಲಿ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಸೇರಿದ ಇವರು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಹಾಗೂ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಗಳನ್ನು ಸಂಶೋಧನೆಯ ಮೂಲಕ ಪಡೆದರು. ವಿಕಿರಣ ಕಿರಣಗಳ ಪರಿಣಾಮ ಹಾಗೂ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತಿ ಪಡೆದ ಇವರು ತೇಜಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿಯ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕೆಯ ಆರ್ಗಾನ್ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಲ್ಯಾಬೋರೇಟರಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆ ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ಈಗ ಮದರಾಸಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಸಂಶೋಧನ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯ ಪ್ರಮುಖರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಶ್ರೀಯುತರ ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಸಂಶೋಧನಪರ ಲೇಖನಗಳು ಆಗಲೇ ಪ್ರಕಟನೆಗೊಂಡಿವೆ. ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿಯ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಸಂಶೋಧನೆಯೊಡನೆ ಇವರ ಆಸಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೆರಡೂ ಕಿರಣ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೂ ಮೀಸಲಾಗಿವೆ.

● ಮುಳಿಯ ರಾಘವಯ್ಯ

ಶ್ರೀ ಮುಳಿಯ ರಾಘವಯ್ಯನವರು ಹೆಸರಾಂತ ಸಾಹಿತಿ ದಿ. ಮುಳಿಯ ತಿಮ್ಮಪ್ಪಯ್ಯನವರ ಚಿರಂಜೀವರು. ೧೯೪೦ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಶ್ರೀಯುತರು ೧೯೬೦ ರಲ್ಲಿ ಮದ್ರಾಸ ವಿಶ್ವ-

ವಿದ್ಯಾಲಯದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದು ಅದೇ ವರ್ಷ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಸೇರಿದರು. ಇಲ್ಲಿ ಅವರು ವಿಕಿರಣ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತರಾಗಿ ಅದರಲ್ಲೂ ಪರಮಾಣು ಖನಿಜಗಳಲ್ಲಿಯ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವ್ಯಾಸಂಗ ಮಾಡಿ ಬಂದಿದ್ದಾರೆ. ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ಬರಹಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ.

● ಜೆ. ಬಾಲಚಂದ್ರ

ಶ್ರೀ ಭಾಲಚಂದ್ರರು ಅಣ್ಣಾಮಲೈ ಹಾಗೂ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ ಪದವೀಧರರು. ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ ಆಫ್ ಮೆಟಲರ್ಜಿಸ್ಟ (ಲಂಡನ್) ಲೈಸೆನ್ಷಿಯೇಟದ ಸದಸ್ಯರು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರೊ ಕೆಮಿಕಲ ಸೊಸೈಟಿ ಆಫ್ ಇಂಡಿಯಾದ ಫೆಲೋ ಸದಸ್ಯರು. ಶ್ರೀಯುತರು ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ ಆಫ್ ಸಾಯನ್ಸ(ಬೆಂಗಳೂರು)ದ ಮೆಟಲರ್ಜಿ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ಇವರು ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದ ಮೆಟಲರ್ಜಿ ವಿಭಾಗದ ಕರೋಜನ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋ ಮೆಟಲರ್ಜಿ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರಾಗಿದ್ದು, ಇದೇ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನಪರ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆದು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ.

● ಕಾ. ನ. ಕೀರ್ತಿ

ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಶ್ರೀ ಕೀರ್ತಿಯವರು ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಿಂದ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ) ಪದವಿ ಪಡೆದು ನ್ಯಾಶನಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಸೇರಿ ವಿಕಿರಣ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ಡೋಸಿಮೆಟ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಕುಶಲತೆ ಪಡೆದು ಅದರ ಹೆಚ್ಚಿನ ವ್ಯಾಸಂಗಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದು ವರ್ಷ ಅಮೆರಿಕೆಗೆ ಹೋಗಿಬಂದರು. ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹಾಗೂ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಶ್ರೀಯುತರ ಹದಿನೈದು ಬರಹಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ.

● ಮಧುಕರ ಮುತಾಲಿಕ ದೇಸಾಯಿ

ಬೆಳಗಾಂವಿಯ ಅಚ್ಚ ಕನ್ನಡ ಮನೆತನದವರಾದ ಇವರು ೧೯೬೦ರಲ್ಲಿ ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಪ್ರಥಮ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾದರು. ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರ ಸೇರಿದ ಇವರು, ವಿಕಿರಣ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತರಿದ್ದು ಕಳೆದ ಎಂಟು ಒಂಭತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ವಿಕಿರಣ ರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿಯ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಪ್ರಭಾವಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದು, ಅದೇ ವಿಷಯದ ಮೇಲೆ ೧೯೭೦ರಲ್ಲಿ ಮುಂಬಯಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದರು. ಅನೇಕ ಅಂತರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಚಾರ ಸಂಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಇವರ ಬರಹಗಳು ಓದಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದು, ಶ್ರೀಯುತರ ಸುಮಾರು ಹದಿನೈದು ಬರಹಗಳು ಆಗಲೇ ಅಚ್ಚಾಗಿವೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ವಿಚಾರ ಸಂಕಿರಣದ ಸಂಪಾದಕತ್ವವೂ ಶ್ರೀಯುತರದೇ.

● ಎಂ. ಸಿ. ಸುಬ್ಬರಾಮು

ಮೈಸೂರಿನ ಶಾರದಾ ವಿಲಾಸ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಓದಿದ ಶ್ರೀ ಎಂ. ಸಿ. ಸುಬ್ಬರಾಮು ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ಅದೇ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವರ್ಷ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಸೇರಿ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣ ನ್ಯೂಕ್ಲಾಯ್ಡುಗಳು ಮತ್ತು ಧೂಳಿ ಕಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ೧೯೬೭ ರಲ್ಲಿ ಮುಂಬೈ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ೧೯೬೯–೭೦ ರಲ್ಲಿ ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ 'ಮಾನವನ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಧೂಳಿಯ ಕಣಗಳ ನಿಕ್ಷೇಪ' ಎಂಬ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ವರೆಗೆ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಅಂತರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಕಿರಣ ಮತ್ತು ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ.

● ಡಾ. ಎಂ. ಎಸ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯ

ಶ್ರೀಯುತರು ೧೯೫೧ ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದು, ೧೯೫೮ ರಲ್ಲಿ ವಿಸ್ಕೊನ್‌ಸಿನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದರು. ೧೯೫೮–೫೯ ರಲ್ಲಿ ಪ್ರೊ. ಬ್ರೂಅರ ಅವರೊಡನೆ ಸ್ನಾತಕೋತ್ತರ ವ್ಯಾಸಂಗವನ್ನು ಬರ್ಕಲಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿಸಿ ೧೯೫೯–೬೨ರ ವರೆಗೆ ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ೧೯೬೨–೬೪ರಲ್ಲಿ ಬ್ರೂಕಹೇವನ್ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಲ್ಯಾಬೋರೇಟರಿಯಲ್ಲೂ, ೧೯೬೪–೬೬ರ ವರೆಗೆ

ಆರ್ಗಾನ್ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಲ್ಯಾಬೋರೇಟರಿಯಲ್ಲೂ ಹೈ ಟೆಂಪರೇಚರ ಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ ಹಾಗೂ ಹೈ ಟೆಂಪರೇಚರ ಥರ್ಮೊಡೈನಾಮಿಕ್ಸದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದರು. ೧೯೬೭ರಿಂದ ಇಲ್ಲಿಯ ವರೆಗೆ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಅದೇ ವಿಷಯದ ಮೇಲೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದಾರಲ್ಲದೆ, ಅವರ ಮೂವತ್ತು ಬರಹಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಸಿಗ್ಮಾಸ್ಯಾಗೆ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ ಚುನಾಯಿತರಾಗಿರುವರಲ್ಲದೆ ಇವರು ರಾಯಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ ಆಫ್ ಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ(ಲಂಡನ)ಯ ಫೆಲೋ ಆಗಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ವಿಚಾರ ಸಂಕಿರಣದ ಸಂಪಾದಕರಲ್ಲಿ ಇವರೂ ಒಬ್ಬರು.

● ರಾ. ಮು. ದೀಕ್ಷಿತ

ಶ್ರೀಯುತರು ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಿಂದ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ., ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿ ಹೊಂದಿದ್ದು, ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕಳೆದ ಹದಿನೈದು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ರೋಹಿತೀಯ ಪ್ರದೀಪ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಸಂಶೋಧನೆ ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ರೋಹಿತೀಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಹಾಗೂ ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ರೋಹಿತ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಇವರು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದು, ಸುಮಾರು ಹದಿನೈದು ಪ್ರಬಂಧಗಳು ಅಚ್ಚಾಗಿವೆ.

● ಉ. ಶಿ. ಕುಮುಠಾ

ಶ್ರೀಯುತರು ಧಾರವಾಡದ ಕರ್ನಾಟಕ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಮುಂಬಯಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದರು. ವಿಸ್ಕೊನ್ಸಿನ್ ಯುನಿವರ್ಸಿಟಿಯಿಂದ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿ ದೊರಕಿಸಿ ೧೯೬೦-೬೨ರ ವರೆಗೆ ಸ್ನಾತಕೋತ್ತರ ವ್ಯಾಸಂಗವನ್ನು ಡೇವಿಸ್‌ನ ಯುನಿವರ್ಸಿಟಿ ಆಫ್ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರೆಸಿದರು. ೧೯೬೩ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಇವರು ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದ ಬಾಯೋಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ ಮತ್ತು ಫುಡ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಸುಮಾರು ನೂರಕ್ಕೂ ಮಿಕ್ಕಿ ಪ್ರಕಟನೆಗಳು ಶ್ರೀಯುತರ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿವೆ.

● ಎನ್. ಜಿ. ಶ್ರೀನಿವಾಸಗೋಪಾಲ

ಶ್ರೀಯುತರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದು ಎರ್ನಾಕುಲಮ್‌ನ ಮಹಾರಾಜಾ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವ್ಯಾಸಂಗ ನಡೆಸಿ, ಔಷಧ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಣ ಪಡೆದು ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಫ್ರಾನ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ತರಬೇತಿ ಪಡೆದು ಕೆಲಕಾಲ ಪೋಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿಯೂ, ಇಂಡೋನೇಶಿಯಾದಲ್ಲಿ ತಜ್ಞರೆಂದೂ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ.

● ಬಿ. ಎನ್. ಸೋಮಸುಂದರರಾವ್

ಶ್ರೀಯುತರು ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಹಾಗೂ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ ಆಫ್ ಸಾಯನ್ಸ್, ೧೯೫೮ರಲ್ಲಿ ಆಯ್.ಆಯ್. ಎಸ್‌ಸಿ. (ಕೆಮಿಕಲ್ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ) ಪದವಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದರು. ಕೆಲವು ಕಾಲ ಕೇರಳ, ಕಲಕತ್ತೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿದ್ದು ೧೯೬೦ ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಅನುಸಂಧಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ,ಗುರುಜಲ ಉತ್ಪಾದನೆ ಹಾಗೂ ಪರಿಷ್ಕರಣ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇಂಜಿನಿಯರರಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಲಿದ್ದಾರೆ.

* * *

ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾರತಿ

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಬರಹಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಷಾಣ್ಮಾಸಿಕ ಪತ್ರಿಕೆ

1. ಚೈತ್ರ ಸಂಚಿಕೆ
2. ಕಾರ್ತಿಕ ಸಂಚಿಕೆ

ವಾರ್ಷಿಕ ಚಂದಾ ರೂ. 4/- (ಅಂಚೆವೆಚ್ಚ ಸೇರಿ)
ಬಿಡಿ ಸಂಚಿಕೆಯ ಬೆಲೆ ರೂ. 2·50/- (ಅಂಚೆವೆಚ್ಚ ಪ್ರತ್ಯೇಕ)
ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ರಿಯಾಯಿತಿ ಚಂದಾದರ ರೂ. 2/-

*

ಕರ್ನಾಟಕ ಭಾರತಿ

೧. ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯೋತ್ಸವ ಸಂಚಿಕೆ
೨. ರಾಜ್ಯೋದಯ ಸಂಚಿಕೆ
೩. ಸಂಕ್ರಮಣ ಸಂಚಿಕೆ
೪. ಅಕ್ಷಯ ತೃತೀಯಾ ಸಂಚಿಕೆ

ವಾರ್ಷಿಕ ಚಂದಾದರ ರೂ. 8/- (ಅಂಚೆವೆಚ್ಚ ಸೇರಿ)
ಬಿಡಿ ಪತ್ರಿಕೆಯ ಬೆಲೆ ರೂ. 2·50/- (ಅಂಚೆವೆಚ್ಚ ಪ್ರತ್ಯೇಕ)
ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ರಿಯಾಯಿತಿ ಚಂದಾದರ ರೂ. 4/-
ಆಜೀವ ಚಂದಾ ರೂ. 100/-

*

ಹಣವನ್ನು ಡಿಮಾಂಡ್ ಡ್ರಾಫ್ಟ್ ಅಥವಾ ಪೋಸ್ಟಲ್ ಆರ್ಡರ್ ಮೂಲಕ ರಜಿಸ್ಟ್ರಾರ್, ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ ಇವರಿಗೆ ಕಳಿಸಬಹುದು.

*

ಇನ್ನುಳಿದ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ:

ನಿರ್ದೇಶಕರು
ವ್ಯಾಸಂಗ ವಿಸ್ತರಣ ಹಾಗೂ ಪ್ರಕಟನ ವಿಭಾಗ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ-580003
ಇವರಿಗೆ ಬರೆಯಿರಿ.

ಈ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ....